



JPW

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Docket No: Q80145

Shin-ichi UEHARA, et al.

Appln. No.: 10/787,144

Group Art Unit: Unknown

Confirmation No.: 4598

Examiner: Unknown

Filed: February 27, 2004

For: IMAGE DISPLAY DEVICE AND PORTABLE TERMINAL DEVICE USING THE
SAME

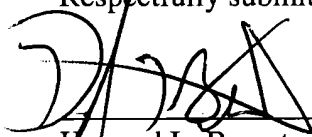
SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to
priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to
acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,


Howard L. Bernstein
Registration No. 25,665

SUGHRUE MION, PLLC
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

WASHINGTON OFFICE

23373

CUSTOMER NUMBER

Enclosures: Japan JP2003-054340

Date: June 23, 2004

US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

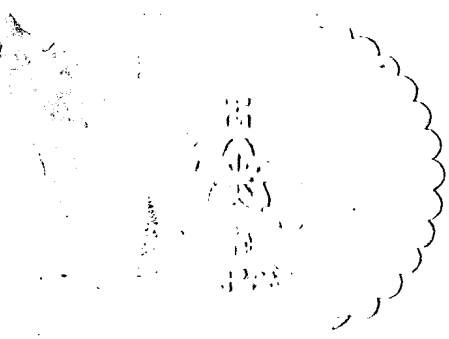
別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 2 月 2 8 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 5 4 3 4 0
Application Number:
[ST. 10/C]: [J P 2 0 0 3 - 0 5 4 3 4 0]

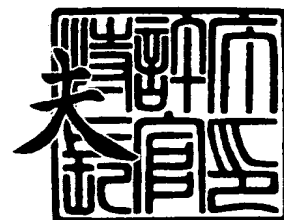
出 願 人 日 本 電 気 株 式 有 限 公 司
Applicant(s):



2 0 0 3 年 1 2 月 1 1 日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康



出 証 番 号 出 証 特 2 0 0 3 - 3 1 0 2 6 9 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 34803869

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 G02B 27/22

【発明の名称】 立体画像表示装置及びそれを使用した携帯端末装置

【請求項の数】 17

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 上原 伸一

【発明者】

【住所又は居所】 東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

【氏名】 ▲高▼梨 伸彰

【特許出願人】

【識別番号】 000004237

【氏名又は名称】 日本電気株式会社

【代理人】

【識別番号】 100090158

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤巻 正憲

【電話番号】 03-3539-5651

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009782

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9715181

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 立体画像表示装置及びそれを使用した携帯端末装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 1 表示単位に左眼用の画像を表示する画素及び右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネル内又は前記表示パネルの後方に配置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H と異なることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 2】 1 表示単位に透過領域及び反射領域を備え左眼用の画像を表示する画素並びに透過領域及び反射領域を備え右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネルの前記透過領域に光を照射する光源と、前記表示パネル内の反射領域又は前記表示パネルの反射領域の後方に配置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H と異なることを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 3】 前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H より小さいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 4】 前記左右方向における前記レンズの表面の凸部のピッチを L とし、前記左右方向における前記反射板の凹凸形状の最小ピッチを V とするとき、前記レンズの焦点距離 f 及び前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H が下記数式を満たすことを特徴とする請求項 3 に記載の立体画像表示装置。

$$H/f \geq V/L + 1$$

【請求項 5】 立体画像表示装置の最適観察距離を OD とし、前記距離 OD

における画素拡大投影幅を e とし、前記レンズの屈折率を n とし、表示素子の画素ピッチを P とするとき、前記レンズの焦点距離 f が下記数式を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載の立体画像表示装置。

$$\beta = \arctan (e / OD)$$

$$\alpha = \arcsin (1 / n \cdot \sin \beta)$$

$$f = P / \tan \alpha$$

【請求項 6】 前記最適観察距離 OD 、前記画素拡大投影幅 e 、前記レンズの屈折率 n 、前記反射板の表面とレンズの表面の凸部中心との間の距離 H 、及び表示素子の画素ピッチ P が下記数式を満たすことを特徴とする請求項 4 に記載の立体画像表示装置。

$$\beta = \arctan (e / OD)$$

$$\alpha = \arcsin (1 / n \cdot \sin \beta)$$

$$H = P / \tan \alpha$$

【請求項 7】 前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H より大きいことを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 8】 前記レンズの焦点距離 f 、前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H 、前記レンズピッチ L 、及び前記凹凸形状の最小ピッチ V が下記数式を満たすことを特徴とする請求項 7 に記載の立体画像表示装置。

$$H / f \leq -V / L + 1$$

【請求項 9】 前記最適観察距離 OD 、前記画素拡大投影幅 e 、前記レンズの屈折率 n 、前記レンズの焦点距離 f 、及び表示素子の画素ピッチ P が下記数式を満たすことを特徴とする請求項 8 に記載の立体画像表示装置。

$$\beta = \arctan (e / OD)$$

$$\alpha = \arcsin (1 / n \cdot \sin \beta)$$

$$f = P / \tan \alpha$$

【請求項 10】 前記最適観察距離 OD 、前記画素拡大投影幅 e 、前記レンズの屈折率 n 、前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H 、及び表示素子の画素ピッチ P が下記数式を満たすことを特徴とする請求項 8 に記載の立体画像

表示装置。

$$\beta = \arctan (e / OD)$$

$$\alpha = \arcsin (1 / n \cdot \sin \beta)$$

$$H = P / \tan \alpha$$

【請求項 1 1】 1 表示単位に左眼用の画像を表示する画素及び右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネル内又は前記表示パネルの後方に配置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H と等しく、前記反射板の表面の凹凸形状が立体画像表示装置に入射する光を複数回反射するような形状を有することを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 1 2】 1 表示単位に透過領域及び反射領域を備え左眼用の画像を表示する画素並びに透過領域及び反射領域を備え右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネルの前記透過領域に光を照射する光源と、前記表示パネル内の反射領域又は前記表示パネルの反射領域の後方に配置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H と等しく、前記反射板の表面の凹凸形状が立体画像表示装置に入射する光を複数回反射するような形状を有することを特徴とする立体画像表示装置。

【請求項 1 3】 前記凹凸形状の傾斜角が 50° 以上であることを特徴とする請求項 1 1 又は 1 2 に記載の立体画像表示装置。

【請求項 1 4】 前記レンズがレンチキュラレンズ又はフライアイレンズであることを特徴とする請求項 1 乃至 1 3 のいずれか 1 項に記載の立体画像表示装置。

【請求項 15】 前記表示装置が液晶表示装置であることを特徴とする請求項 1 乃至 14 のいずれか 1 項に記載の立体画像表示装置。

【請求項 16】 請求項 1 乃至 15 のいずれか 1 項に記載の立体画像表示装置を有することを特徴とする携帯端末装置。

【請求項 17】 携帯電話、携帯端末、PDA、ゲーム機、デジタルカメラ又はデジタルビデオであることを特徴とする請求項 16 に記載の携帯端末装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は立体画像表示装置及びそれを使用した携帯端末装置に関し、特に反射表示において明るさの低下がなく、優れた表示品質を有する立体画像表示装置及びそれを使用した携帯端末装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来より、立体画像を表示することができる表示装置の検討が行われている。紀元前 280 年にギリシャの数学者ユークリッドは「立体視とは、同一物体の異なる方向から眺めた別々の映像を左右両眼が同時に見ることによって得られる感覚である」と考察している（例えば、非特許文献 1：増田千尋著「3次元ディスプレイ」産業図書株式会社）。即ち、立体画像表示装置の機能としては、左右両眼に視差のある画像を夫々提示することが必要となる。

【0003】

この機能を具体的に実現する方法として、従来より多くの立体画像表示方式が検討されているが、これらは眼鏡を使用する方式と眼鏡を使用しない方式に大別することができる。このうち、眼鏡を使用する方式には、色の違いを利用したアナグリフ方式、及び偏光を利用した偏光眼鏡方式等があるが、本質的に眼鏡をかける煩わしさを避けることができないため、近年では眼鏡を使用しない眼鏡なし方式が盛んに検討されている。

【0004】

眼鏡なし方式には、レンチキュラレンズ方式、パララックスバリア方式等があ

る。レンチキュラレンズ方式は I v e s 等により 1910 年頃に発明されたとされている。パララックスバリア方式は、1896 年に B e r t h i e r が着想し、1903 年に I v e s によって実証されたとされている。

【0005】

レンチキュラレンズ方式は、例えば前述の非特許文献 1 に記載されているように、I v e s 等により 1910 年頃に発明された。図 18 はレンチキュラレンズ 121 を示す斜視図であり、図 19 レンチキュラレンズを使用する立体表示方法を示す光学モデル図である。図 18 に示すように、レンチキュラレンズ 121 は一方の面が平面となっており、他方の面には、一方向に延びるかまぼこ状の凸部（シリンドリカルレンズ）122 が、その長手方向が相互に平行になるように複数個形成されている。

【0006】

そして、図 19 に示すように、観察者側から順に、レンチキュラレンズ 121、表示パネル 106、光源 108 が配置されており、レンチキュラレンズ 121 の焦点面に表示パネル 106 の画素が位置している。表示パネル 106 においては、右眼 141 用の画像を表示する画素 123 と左眼 142 用の画像を表示する画素 124 とが交互に配列されている。このとき、相互に隣接する画素 123 及び画素 124 からなる群は、レンチキュラレンズ 121 の各凸部 122 に対応している。これにより、光源 108 から出射し各画素を透過した光は、レンチキュラレンズ 121 の凸部 122 により左右の眼に向かう方向に振り分けられる。これにより、左右の眼に相互に異なる画像を認識させることが可能となり、観察者に立体画像を認識させることが可能になる。

【0007】

一方、パララックスバリア方式は、1896 年に B e r t h i e r が着想し、1903 年に I v e s によって実証された。図 20 は、パララックスバリアを使用する立体画像表示方法を示す光学モデル図である。図 20 に示すように、パララックスバリア 105 は、細い縦縞状の多数の開口、即ち、スリット 105a が形成されたバリア（遮光板）である。そして、このパララックスバリア 105 の一方の表面の近傍には、表示パネル 106 が配置されている。表示パネル 106

においては、スリットの長手方向と直交する方向に右眼用画素 123 及び左眼用画素 124 が配列されている。また、パララックスバリア 105 の他方の表面の近傍、即ち、表示パネル 106 の反対側には、光源 108 が配置されている。

【0008】

光源 108 から出射され、パララックスバリア 105 の開口（スリット 105 a）を通過し、右眼用画素 123 を透過した光は、光束 181 となる。同様に、光源 108 から出射され、スリット 105 a を通過し、左眼用画素 124 を通過した光は光束 182 となる。このとき、立体画像の認識が可能となる観察者の位置は、パララックスバリア 105 と画素との位置関係により決定される。即ち、観察者の右眼 141 は、複数の右眼用画素 123 に対応する全ての光束 181 の通過域内にあり、且つ、観察者の左眼 142 は、全ての光束 182 の通過域内にあることが必要となる。これは、図 20 において、観察者の右眼 141 と左眼 142 との midpoint 143 が図 20 に示す四角形の立体可視域 107 内に位置する場合である。立体可視域 107 における右眼用画素 123 及び左眼用画素 124 の配列方向に延びる線分のうち、立体可視域 107 における対角線の交点 107 a を通る線分が最も長い線分となる。このため、midpoint 143 が交点 107 a に位置するとき、観察者の位置が左右方向にずれた場合の許容度が最大となるため、観察位置としては最も好ましい。従って、この立体画像表示方法においては、この交点 107 a と表示パネル 106 との距離を最適観察距離 OD とし、この距離で観察することを観察者に推奨している。なお、立体可視域 107 における表示パネル 106 からの距離が最適観察距離 OD となる仮想的な平面を、最適観察面 107 b という。これにより、観察者の右眼 141 及び左眼 142 に夫々右眼用画素 123 及び左眼用画素 124 からの光が到達することになる。このため、観察者は表示パネル 106 に表示された画像を、立体画像として認識することが可能になる。

【0009】

パララックスバリア方式は、当初考案された際には、パララックスバリアが画素と眼との間に配置されていたこともあり、目障りで視認性が低い点が問題であった。しかし、近時の液晶表示装置の実現に伴って、図 20 に示すように、パラ

ラックスバリア105を表示パネル106の裏側に配置することが可能となって視認性が改善された。このため、パララックスバリア方式の立体画像表示装置については、現在盛んに検討が行われている。

【0010】

しかし、パララックスバリア方式が不要な光線をバリアにより「隠す」方式であるのに対し、レンチキュラレンズ方式は光の進む向きを変える方式であり、レンチキュラレンズ方式は、原理的に表示画面の明るさの低下がないという利点を有する。そのため、特に高輝度表示及び低消費電力性能が重視される携帯機器等への適用が検討されつつある。なお、従来のレンチキュラレンズを使用した立体画像表示装置は、透過型液晶表示装置を表示パネルとして使用している。

【0011】

また、従来より、反射板を有する反射型平面画像表示装置を表示パネルに使用することの検討が行われている。反射型表示装置は、外部から入射した光を表示装置内部に位置する反射板により反射し、この反射光を表示光源として利用するため、光源としてのバックライト又はサイドライトが不要になる。その結果、これらのバックライト又はサイドライトという表示光源が必要である透過型表示装置を表示パネルとして使用した場合よりも、反射型表示装置を表示パネルに使用した場合は、低消費電力化を達成できるため、近年では携帯機器等への適用が進められている。

【0012】

しかしながら、このように、反射型表示装置を使用した場合は、反射板の形状が平坦面であるときには、外光は鏡面のように反射されるため、例えば蛍光灯等の光源の模様が映り込み、表示品質が低下するという問題がある。また、観察者に対し、ある特定の角度からの入射光しか表示に寄与しなくなるため、外光の利用効率が低下するという問題がある。

【0013】

このため、特開平8-184846号公報（特許文献1）に記載のように、反射板に凹凸形状を設ける技術が提案されている。図21は凹凸形状を有する反射板の構造例を示す。反射板4の下層に有機膜を設け、その有機膜の表面に凹凸を

形成することにより、反射板 4 の表面に凹凸形状 41 を形成している。この凹凸形状により、特定方向から入射した外光は、種々の方向に拡散して反射される。また、種々の方向から入射した外光は、観察者方向にも反射される。この結果、光源模様の映り込みを防止し、種々の角度を有する外光を表示に活用できることになる。

【0014】

このように、レンチキュラレンズを使用した立体画像表示装置と、反射型平面表示装置とは、それ自体は夫々公知である。

【0015】

【非特許文献 1】

増田千尋著「3次元ディスプレイ」産業図書株式会社

【特許文献 1】

特開平 8-184846 号公報

【0016】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、これらのレンチキュラレンズを使用した立体画像表示装置と、反射型平面表示装置はいずれも低消費電力であるという利点があるにも拘わらず、両者を組み合わせた立体画像表示装置は従来存在しなかった。

【0017】

そこで、本発明者らは、前述の立体画像表示装置と反射型平面表示装置とを組み合わせることにより、反射表示において立体画像表示が可能な表示装置を実現し、低消費電力化を図るべく、鋭意検討した。この結果、以下に示すような新たな問題点が明らかになった。

【0018】

即ち、本来ならほぼ一様な輝度を有する筈の立体可視域において、観察位置によっては部分的に輝度が低下する領域が発生するという問題である。観察位置を変化させると、輝度が低下した位置では表示が暗くなって見え、場合によっては暗線の模様が観察される。また、この輝度のムラによって、立体画像表示の品質が低下してしまう。

【0019】

この問題について説明する前に、先ず、従来の透過型液晶表示パネルとレンチキュラレンズを使用した立体画像表示装置について説明する。図22は2眼式の立体画像表示装置を示した斜視図である。レンチキュラレンズ3を構成する一つのシリンドリカルレンズは、表示パネル2の2画素（左眼用画素51、右眼用画素52）に対応して配置されている。図23に示すように、表示素子の左眼用画素51又は右眼用画素52からの光は、レンチキュラレンズ3により屈折し、夫々領域EL又はERに向けて出射する。このため、観察者が左眼61を領域ELに位置させ、右眼62を領域ERに位置させることにより、左眼61に左眼用の画像が入力されると共に、右眼62に右眼用の画像が入力され、立体画像を認識することができる。

【0020】

次に、レンチキュラレンズを使用した立体画像表示装置の各部のサイズについて、図24に示す光学モデルを使用して説明する。レンチキュラレンズ3の表面の凸部中心と表示画素との間隔をHとし、レンチキュラレンズ3の屈折率をnとする。なお、レンチキュラレンズ3の表面の凸部中心とは、レンチキュラレンズ3の頂点のことである。レンチキュラレンズ3の片面は平面となっており、他の片面には凸型のシリンドリカルレンズ、即ち一方向に延びるかまぼこ状の凸部31が多数配列されているものとする。このレンチキュラレンズ3の焦点距離はfとし、レンズピッチはLとする。表示素子2の画素は、各1個の左眼用画素51及び右眼用画素52が1組になって配置されている。各画素のピッチはPとする。1つの凸部31に対して各1個の左眼用画素51及び右眼用画素52の2画素からなる組が対応している。また、レンチキュラレンズ3と観察者との間の距離をODとし、この距離ODにおける画素の拡大投影幅、即ち、レンズから距離ODだけ離れたレンズと平行な仮想平面上における左眼用画素51及び右眼用画素52の投影像の幅を夫々eとする。更に、レンチキュラレンズ3の中央に位置する凸部31の中心から、レンチキュラレンズ3の端に位置する凸部31の中心までの距離を W_L とし、表示素子2の中心に位置する左眼用画素51と右眼用画素52の対の中心と、表示素子2の端に位置する画素対の中心との距離を W_P とする。

。更にまた、レンチキュラレンズ 3 の中央に位置する凸部 31 における光の入射角及び出射角を夫々 α 及び β とし、レンチキュラレンズ 3 の端に位置する凸部 31 における光の入射角及び出射角を夫々 γ 及び δ とする。距離 W_L と距離 W_P との差を C とし、距離 W_P の領域に含まれる画素数を $2m$ 個とする。

【0021】

通常、表示素子に合わせてレンチキュラレンズを設計する場合が多いので、 P は定数として扱う。また、レンチキュラレンズの材料を選択することにより、 n が決定される。これに対して、レンズと観察者との間の距離 OD 及び観察距離 OD における画素拡大投影幅 e は所望の値を設定する。これらの値を使用して、レンズ面と画素との間の距離 H 及びレンズピッチ L を決定する。スネルの法則と幾何学的関係より、下記数式 1 乃至 6 が成立する。また、下記数式 7 乃至 9 が成立する。

【0022】

【数 1】

$$n \cdot \sin \alpha = \sin \beta$$

【0023】

【数 2】

$$OD \cdot \tan \beta = e$$

【0024】

【数 3】

$$H \cdot \tan \alpha = P$$

【0025】

【数 4】

$$n \cdot \sin \gamma = \sin \delta$$

【0026】

【数 5】

$$H \cdot \tan \gamma = C$$

【0027】

【数 6】

$$OD \cdot \tan \delta = W_L$$

【 0 0 2 8 】

【数 7】

$$W_P - W_L = C$$

【 0 0 2 9 】

【数 8】

$$W_P = 2 m_P$$

【 0 0 3 0 】

【数 9】

$$W_L = m_L$$

【 0 0 3 1 】

上記数式 2、1 及び 3 より、夫々下記数式 1 0、1 1 及び 1 2 が成立する。

【 0 0 3 2 】

【数 1 0】

$$\beta = \arctan (e / OD)$$

【 0 0 3 3 】

【数 1 1】

$$\alpha = \arcsin (1 / n \cdot \sin \beta)$$

【 0 0 3 4 】

【数 1 2】

$$H = P / \tan \alpha$$

【 0 0 3 5 】

また、上記数式 6 及び 9 より下記数式 1 3 が成立する。また、上記数式 7 乃至 9 より、下記数式 1 4 が成立する。更に、上記数式 5 より、下記数式 1 5 が成立する。

【 0 0 3 6 】

【数 1 3】

$$\delta = \arctan (mL / OD)$$

【 0 0 3 7 】

【数 14】

$$C = 2mP - mL$$

【0038】

【数 15】

$$\gamma = \arctan (C/H)$$

【0039】

なお、下記数式 16 に示すように、通常はレンチキュラレンズ表面の凸部中心と画素との間隔 H を焦点距離 f と等しく配置するので、レンズの曲率半径 r は下記数式 17 により求まる。

【0040】

【数 16】

$$f = H$$

【0041】

【数 17】

$$r = H \cdot (n - 1) / n$$

【0042】

次に、上記設計に基づき、市販の光線追跡シミュレータを使用して、立体画像表示装置の計算機シミュレーションを行った。図 25 は、このシミュレーションに使用する光学モデルを示す図である。本例では、画素ピッチ P が 0.24 mm である表示素子を仮定し、レンチキュラレンズ 3 の材料として屈折率 n が 1.49 であるポリメチルメタクリレート (PMMA) を使用し、レンズと観察者との距離 OD を 280 mm とし、距離 OD における画素拡大投影幅 e を 65 mm とし、 m の値を 60 と設定すると、上記各数式により、レンズ面と画素との距離 H は 1.57 mm、レンズの焦点距離 f は 1.57 mm、レンズピッチ L は 0.4782 mm、レンズの曲率半径 r は 0.5161 mm とすれば良いことがわかる。これにより、受光面 18 は、レンズ面から 280 mm の位置に配置したことになる。また、画素ピッチ $P = 0.24$ mm における発光領域 17 は 0.186 mm に設定し、発光特性は拡散光とした。即ち、発光領域 17 の両側には幅が夫々 0.027 mm の非表示領域が設けられている。非表示領域は、表示装置の混色を

防止したり、画素に表示信号を伝送したりする目的で配置される遮光部に相当する。更に、シミュレーションを容易にするために、表示素子中心付近に位置する右眼用のひとつの画素のみ設定した。

【0043】

図26は、レンズ表面から距離 $OD = 280\text{ mm}$ だけ離れた観察面における観察位置を横軸にとり、縦軸にこの観察位置における照度をとって、このシミュレーションの結果を示したグラフ図である。横軸の観察位置の -60 mm から 0 mm の範囲の照度が高くなっており、その値は概ね一様である。即ち、この範囲に右眼を配置した場合、右眼には十分な量の光が入射し、左眼には光がほとんど入射しない。これは、実際の立体画像表示装置において、左眼用画素に左眼用画像を表示させ、右眼用画素に右眼用画像を表示させた場合、左眼には左眼用画像が入力され、右眼には右眼用画像が入力され、両画像の分離が十分に確保され、この結果観察者は立体画像を良好に認識できることを意味する。

【0044】

次に、上記の立体表示装置を反射型表示にすべく、画素の発光領域を反射板に設定して計算機シミュレーションを行った。図27は、このシミュレーションに使用する光学モデルを示す図である。凹凸形状41は反射板4の一部にのみ設定したが、これは平坦部との差異を明らかにするためである。具体的には、斜面角度 30° 、高さ $2\text{ }\mu\text{ m}$ の突起を、反射板の中心に対しピッチ $10\text{ }\mu\text{ m}$ で3列設けた。光源19は、全てのレンズを覆う横幅に設定し、レンズ表面から 1 mm の位置に配置した。配光特性は拡散光である。図28は、このシミュレーション結果を示したグラフ図である。 -30 mm の位置に照度低下が発生していることがわかる。即ち、この位置で観察した場合には表示が暗くなって観察されてしまうという問題がある。

【0045】

また、上記のシミュレーションではあるひとつの画素について取り上げたが、一般的には凹凸形状は全ての表示画素にわたってランダムな位置に存在する。そうすると、表示装置の各画素によって明るさが異なって観察されるため、立体画像に明るさの違いが重畳して観察される。この結果、立体画像表示の品質が低下

するという問題がある。

【0046】

本発明はかかる問題点に鑑みてなされたものであって、反射表示において明るさの低下がなく、優れた表示品質を有する立体画像表示装置及びそれを使用した携帯端末を提供することを目的とする。

【0047】

【課題を解決するための手段】

本願第1発明に係る立体画像表示装置は、1表示単位に左眼用の画像を表示する画素及び右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネル内又は前記表示パネルの後方に配置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H と異なることを特徴とする。

【0048】

本発明においては、レンズにより集光された光が、反射板の表面で、ある一定の面積を有するため、凹凸形状の斜面及び平坦部等、複数の種類の傾斜角で反射され、反射光は様々な角度に進行する。この一部分は観察者方向にも進行するため、表示に寄与することができる。これにより、凹凸形状に起因する輝度低下を防止することができる。

【0049】

本願第2発明に係る立体画像表示装置は、半透過型立体画像表示装置であって、1表示単位に透過領域及び反射領域を備え左眼用の画像を表示する画素並びに透過領域及び反射領域を備え右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネルの前記透過領域に光を照射する光源と、前記表示パネル内の反射領域又は前記表示パネルの反射領域の後方に配

置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H と異なることを特徴とする。

【0050】

この立体画像表示装置においても、反射領域においては、レンズにより集光された光がある一定の面積を有するため、凹凸形状の斜面及び平坦部等、複数の種類の傾斜角で反射され、反射光は様々な角度に進行する。この一部分は観察者方向にも進行するため、表示に寄与することができ、これにより、凹凸形状に起因する輝度低下を防止することができる。

【0051】

本発明に係る立体画像表示装置において、前記レンズの焦点距離が前記反射板とレンズとの距離より小さいことが好ましい。

【0052】

更に、本発明に係る立体画像表示装置は、前記レンズのピッチを L とし、前記凹凸形状の最小ピッチを V とするとき、前記レンズの焦点距離 f 、及び前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H が数式 18 を満たすことが好ましい。

【0053】

【数 18】

$$H/f \geq V/L + 1$$

【0054】

更に、本発明に係る立体画像表示装置は、立体画像表示装置の最適観察距離を OD とし、前記最適観察距離 OD における画素の拡大投影幅を e とし、前記レンズの屈折率を n とし、表示素子の画素ピッチを P とするとき、前記レンズの焦点距離 f が下記数式 19 乃至 21 を満たすことが好ましい。

【0055】

【数 19】

$$\beta = \arctan(e/OD)$$

【0056】

【数 20】

$$\alpha = \arcsin (1 / n \cdot \sin \beta)$$

【0 0 5 7】

【数 2 1】

$$f = P / \tan \alpha$$

【0 0 5 8】

これにより、本発明においては、凹凸形状に起因する輝度低下をより抑制することができる。

【0 0 5 9】

本発明に係る立体画像表示装置は、前記最適観察距離 OD、前記画素拡大投影幅 e、前記レンズの屈折率 n、前記反射板の表面とレンズの表面の凸部中心との間の距離 H、及び表示素子の画素ピッチ P が前記数式 1 9 乃至 2 0 及び下記数式 2 2 を満たすことが好ましい。

【0 0 6 0】

【数 2 2】

$$H = P / \tan \alpha$$

【0 0 6 1】

本発明においては、レンズ面と画素間の距離が固定である場合にも適用することができ、かつ凹凸形状に起因する輝度低下を抑制することができる。

【0 0 6 2】

本発明に係る立体画像表示装置は、前記レンズの焦点距離が前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H より大きいように構成することができる。

【0 0 6 3】

更に、本発明に係る立体画像表示装置は、前記レンズの焦点距離 f、前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H、前記レンズピッチ L、及び前記凹凸形状の最小ピッチ V が下記数式 2 3 を満たすことが好ましい。

【0 0 6 4】

【数 2 3】

$$H / f \leq -V / L + 1$$

【0 0 6 5】

更に、本発明に係る立体画像表示装置は、前記最適観察距離 OD 、前記画素拡大投影幅 e 、前記レンズの屈折率 n 、前記レンズの焦点距離 f 、及び表示素子の画素ピッチ P が前記数式 19 乃至 21 を満たすことが好ましい。本発明においては、レンズ面と画素間の距離を小さくすることができる。これにより、立体画像表示装置の総厚を小さくすることができる。

【0066】

更に、本発明に係る立体画像表示装置は、前記最適観察距離 OD 、前記画素拡大投影幅 e 、前記レンズの屈折率 n 、前記反射板の表面と前記レンズの頂点との間の距離 H 、及び表示素子の画素ピッチ P が前記数式 19 乃至 20 及び 22 を満たすことが好ましい。本発明においては、焦点距離を大きく設定することができる。これにより、レンズの凹凸の高さを小さくすることができるため、レンズの模様が目立ちにくくなり、立体画像の表示品質が向上する。

【0067】

本願第 3 発明に係る立体画像表示装置は、1 表示単位に左眼用の画像を表示する画素及び右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネル内又は前記表示パネルの後方に配置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H と等しく、前記反射板の表面の凹凸形状が立体画像表示装置に入射する光を複数回反射するような形状を有することを特徴とする。

【0068】

本願第 4 発明に係る立体画像表示装置は、1 表示単位に透過領域及び反射領域を備え左眼用の画像を表示する画素並びに透過領域及び反射領域を備え右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置された表示パネルと、この表示パネルの前方に配置され前記各画素から出射した光を屈折させて相互に異なる方向に出射する複数個のレンズ素子が形成されたレンズと、前記表示パネルの前記透過領域に光を照射する光源と、前記表示パネル内の反射領域

又は前記表示パネルの反射領域の後方に配置され外光を前記レンズに向けて反射すると共に表面に凹凸形状を有する反射板と、を有し、前記レンズの焦点距離 f が前記反射板の表面とレンズの頂点との間の距離 H と等しく、前記反射板の表面の凹凸形状が立体画像表示装置に入射する光を複数回反射するような形状を有することを特徴とする。

【0069】

本発明においては、凹凸形状のひとつの斜面で反射した光の一部は、別の斜面で再反射した後に、観察者の方向に進行することができる。これにより、凹凸形状に起因する輝度低下を防止することができる。

【0070】

更に、本発明に係る立体画像表示装置は、前記凹凸形状の傾斜角が 50° 以上であることが好ましい。これにより、凹凸形状に起因する輝度低下をより抑制することができる。

【0071】

本発明に係る立体画像表示装置は、前記レンズがレンチキュラレンズ又はフライアイレンズであることが好ましい。また、前記表示装置が液晶表示装置であっても良い。

【0072】

本発明に係る携帯端末装置は、前述の立体画像表示装置を有することを特徴とする。また、この携帯端末装置は、携帯電話、携帯端末、PDA、ゲーム機、デジタルカメラ又はデジタルビデオであってもよい。

【0073】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について添付の図面を参照して具体的に説明する。

【0074】

(第1の実施の形態)

図1は本発明の第1の実施の形態に係る立体画像表示装置の断面図であり、図2は本実施形態に係る携帯端末装置を示す斜視図である。立体画像表示装置1は反射型液晶表示パネル2とレンチキュラレンズ3より構成される。反射型液晶表

示パネル 2 は、基板 6 と透明基板 7 との間、液晶層 5 が挟まれて構成されており、基板 6 の液晶層側の表面に画素電極（反射板 4）が形成され、透明基板 7 の液晶層側の表面に対向電極が形成されている。これらの画素電極及び対向電極は相互に直交する方向に延びる線状の電極であり、この画素電極と対向電極とが交差する位置の画素を選択して両者間に電圧を印加して液晶の配向を制御し、画像表示するようになっている。

【0075】

本実施形態においては、液晶層 5 の背面側に配置された画素電極により反射板 4 が構成されている。この反射板は凹凸形状 41 を有する。この凹凸形状 41 の大きさは、従来の反射型液晶表示装置の反射板の凹凸形状と同様であるが、一例として、 $2\mu\text{m}$ の高さ、及び $10\mu\text{m}$ のピッチを有する。

【0076】

透明基板 7 の上には、レンチキュラレンズ 3 が配置されている。このレンチキュラレンズ 3 は、凸部 31 が一定のピッチで現れる湾曲した表面（シリンダリカル面）が多数形成されており、このシリンダリカル面の長手方向（湾曲中心軸線が延びる方向）は、本実施形態では、画素電極（反射板 4）が延びる方向に平行である。また、このシリンダリカル面は、2 個の画素（画素電極 4）について 1 個配置されるものである。

【0077】

本実施形態では、画素は、前述の如く、1 個の左眼用画素 4a と、1 個の右眼用画素 4b とから 1 表示単位が構成され、各表示単位において、左眼用画素から出射された光と、右眼用画素から出射された光とが、レンチキュラレンズ 3 の対応する 1 個のシリンダリカルレンズにより左眼と右眼とに向けて振り分けられる。この場合に、外光はレンチキュラレンズ 3、透明基板 7 及び液晶層 5 を透過して、液晶層 5 の下面に位置する反射板 4 にて反射し、再度、液晶層 5、透明基板 7 及びレンチキュラレンズ 3 を透過する。このとき、反射板 4 に対し、特定方向から入射した外光は、反射板 4 の表面の凹凸形状 41 により、種々の方向に拡散して反射し、観察者方向にも反射する。これにより、光源模様の映り込みを防止し、種々の角度を有する外光を表示に活用できることができる。

【0078】

而して、本実施形態においては、レンチキュラレンズ3の表面の凸部31中心と、反射板4の表面、つまり画素との間の距離HRは、前記数式10乃至12により算出される従来の光学モデルでのレンチキュラレンズ3の表面の凸部中心と画素との間の距離Hよりも大きく設定されている。この結果、レンズ面と画素との間の距離HRは、レンチキュラレンズ3の焦点距離fより大きい。即ち、本実施形態においては、レンチキュラレンズ3の焦点距離fは、前記数式10乃至12及び16により算出される。このとき、観察距離ODは、例えば、以下のように定義される最適観察距離である。この最適観察距離とは、観察者の右眼と左眼との中点を位置させることにより前記右眼に前記右眼用の画像を表示する画素から出射した光が入射すると共に前記左眼に前記左眼用の画像を表示する画素から出射した光が入射する立体可視域における1表示単位内の左眼用画素4aと右眼用画素4bとを結ぶ方向に延びる線分のうち最も長い線分と、反射型液晶表示パネル2との間の距離である。

【0079】

この立体画像表示装置1は、例えば、図2に示すような携帯電話9の画像表示に使用される。

【0080】

次に、本発明の効果を説明するために行った計算機シミュレーションの結果について説明する。図3は計算機シミュレーションに使用した光学モデルを示す。図27の従来の光学モデルではレンズ表面（凸部中心）と画素との間の距離HRが1.57mmに設定され、レンズの焦点距離 $f = 1.57\text{mm}$ と等しい。これに対し、図3の本発明の光学モデルではレンズの表面（凸部中心）と画素との間の距離HRが1.77mmに設定され、レンズの焦点距離 $f = 1.57\text{mm}$ より大きい点が図27の場合と異なる。

【0081】

図4(a)は図3の光学モデルを使用した場合のシミュレーション結果を示すグラフ図であり、本発明を適用した場合の結果である。これに対し、比較例として、図27の従来の光学モデルを使用した場合のシミュレーション結果を図4（

b) に示す。これらの図によれば、図 4 (b) で生じていた -30 mm 付近での輝度低下が、図 4 (a) では大幅に緩和されていることがわかる。従って、-30 mm 付近で観察しても表示が暗くなることはない。

【0082】

図 5 (a) 及び (b) は、本発明の原理について、定性的に説明するための概念図である。このうち、図 5 (a) は、図 27 に示す光学モデルにおいて、入射する外光のうち、ある平行光成分の光線 91 の軌跡を示した概念図である。レンズ面と画素との間の距離 H が焦点距離 f と等しくなるように配置されているため、レンチキュラレンズ 3 により集光された光 91 は、凹凸形状の斜面で反射されると、観察者の方向とは異なる方向に進行する。このため、実質的に表示には寄与しない。これに対して、図 5 (b) に示す本発明の光学モデルでは、レンズ面と画素間の距離 H_R が焦点距離 f より大きく設定されているために、レンチキュラレンズ 3 により集光された光は反射板 4 上で、ある一定の面積を有する。この結果、凹凸形状の斜面及び平坦部等、複数の種類の傾斜角で反射されるので、反射光は種々の角度に進行する。この一部分は観察者方向にも進行するため、表示に寄与することができる。従って、本発明によれば、輝度低下を防止することができる。

【0083】

レンズ面と画素との間の距離 H_R に関しては、図 6 に示すように、レンチキュラレンズ 3 により集光された光が、複数の傾斜角の斜面を照射するのが特に好ましい。この結果、反射光の角度分布をより広範囲にでき、観察者方向に反射する割合を高めることができるからである。本条件は、凹凸形状のピッチを V とすると、レンズピッチ L を底辺とし、焦点距離 f を高さとする三角形と、底辺が凹凸形状のピッチ V であり、高さがレンズ面と画素間の距離 H_R から焦点距離 f を差し引いた値である三角形に相似の関係が成り立つ。従って、レンズにより集光された光が複数の傾斜角の斜面を照射するための条件は、下記数式 24 にて表される。これを変形すると、下記数式 25 が得られる。

【0084】

【数 24】

$$V \leq (HR - f) \times L / f$$

【0085】

【数25】

$$HR / f \geq V / L + 1$$

【0086】

即ち、数式25を満たすようにレンズ面と画素間の距離HRを設定するのが好ましい。また、凹凸形状の位置がランダムである場合には、凹凸形状のピッチのうち最小のものをVとすることで、本発明を適用することができる。

【0087】

本発明における表示素子は、画素電極に凹凸形状を有する反射板が存在すれば良い。本発明の実施形態では、反射型液晶表示素子を用いた場合について説明したが、これに限定されることはなく、例えば電気泳動現象を利用した表示素子を利用することができる。また、凹凸形状は、斜面を有する構造であれば適用可能であり、点状、棒状、窪み状などその全体的な形状には左右されない。また、画素電極の駆動方法は、TF T方式及びTF D方式等のアクティブマトリクス方式でも良いし、STN方式等のパッシブマトリクス方式でも適用可能である。

【0088】

また、上記の説明はレンチキュラレンズの場合について行ったが、フライアイレンズへの適用もできることは勿論である。図7はフライアイレンズ10を示す斜視図である。レンチキュラレンズ3が、図18に示すように、一方向に延びるシリンドリカルレンズ3が相互に平行に配置された形状を有し、1表示単位における左眼用画素と右眼用画素とを結ぶ方向に、つまり左右方向に凸面が繰り返され、この左右方向に直交するレンチキュラレンズ3の長手方向には、その表面は変化しない。つまり、左右方向に延びる断面の形状は、レンチキュラレンズ3の長手方向には変化しない。これに対し、フライアイレンズ10は左眼用画素と右眼用画素とを結ぶ方向と、この方向に直交する方向とのいずれの方向にも凸面が繰り返される。つまり、1表示単位における左眼用画素と右眼用画素とが対向する方向（左右方向）については、この1組の左眼用画素と右眼用画素とに対して1個の凸面が配置される点は、レンチキュラレンズの場合と同様であるが、フラ

イアイレンズは、前記左右方向に直交する方向にも、2画素（右眼用の2画素又は左眼用の2画素）毎に1個の凸面が配置されている。

【0089】

これにより、フライアイレンズの場合は、立体画像表示装置を立てて、これを観察しているときに、左右の眼に専用の画像を表示して立体視を可能とすること他に、上下方向にも画像を振り分けて視野角を広げたり、観察者が画像の上下側面を観ることができるようになることもできる。このように、レンズにフライアイレンズ10を使用した場合にも、上記実施形態と同様に、そのレンズの焦点距離 f が反射板の表面とレンズの表面の凸部中心との間の距離 H と異なるようにすることにより、上記実施形態と同様の効果を得ることができる。

【0090】

また、上述の説明は、レンズの凸部が観察者側になるように配置された場合についてのものであるが、レンズの凸部が表示装置側になるように配置された場合においても、同様の効果を得ることができる。

【0091】

本実施形態に係る立体画像表示装置は、携帯電話等の携帯機器に好適に適用することができ、良好な立体画像を表示することができる。本実施形態に係る立体画像表示装置を携帯機器に適用すれば、大型の表示装置に適用する場合と異なり、観察者が自分の両眼と表示画面との位置関係を任意に調節できるため、最適な可視域を速やかに見出すことができる。

【0092】

また、本実施形態に係る立体画像表示装置は携帯電話のみならず、携帯端末、PDA、ゲーム機、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ等の携帯端末装置に適用することができる。

【0093】

（第2の実施の形態）

図8は本発明の第2の実施の形態に係る立体画像表示装置の断面図である。本実施形態は、第1実施形態と比較して、レンズ面と画素間の距離 H_R が、前記数式10乃至12により算出される従来の光学モデルでのレンズ面と画素間距離 H

Rよりも小さく設定されている点が異なる。この結果、レンズ面と画素間の距離HRは、レンチキュラレンズの焦点距離fより小さい。

【0094】

本実施形態におけるレンズ面と画素間の距離HRに関しては、図9に示すように、レンズにより集光された光が、複数の傾斜角の斜面を照射するのが特に好ましい。この結果、反射光の角度分布をより広範囲にでき、観察者方向に反射する割合を高めることができるからである。本条件は、凹凸形状のピッチをVとすると、幾何学的関係より、レンズ面と画素間の距離HR、焦点距離f、レンズピッチLを用いて、下記数式26にて表される。これを変形すると下記数式27が得られる。

【0095】

【数26】

$$V \leq (f - HR) \times L / f$$

【0096】

【数27】

$$HR / f \leq -V / L + 1$$

【0097】

即ち、数式27を満たすようにレンズ面と画素間の距離HRを設定するのが好ましい。また、凹凸形状の位置がランダムである場合には、凹凸形状のピッチのうち最小のものをVとすることで、本発明を適用することができる。

【0098】

本発明によれば、本発明の第1の実施の形態と比較して、レンズ面と画素間の距離を小さくすることができる。したがって、立体画像表示装置の総厚を小さくすることができるため、携帯電話等の携帯端末に好適に使用することができる。

【0099】

(第3の実施の形態)

図10は本発明の第3の実施の形態による立体画像表示装置の断面図である。本発明の第1の実施の形態と比較して、本実施の形態におけるレンチキュラレンズの焦点距離fRは、前記数式10乃至12及び16により算出される従来の光

学モデルでの焦点距離 f よりも小さく設定されており、レンズ面と画素間の距離 H は前記数式 10 乃至 12 により算出される値である。

【0100】

本発明における焦点距離 f に関しては、図 11 に示すように、レンズにより集光された光が、複数の傾斜角の斜面を照射するのが特に好ましい。この結果、反射光の角度分布をより広範囲にでき、観察者方向に反射する割合を高めることができるからである。本条件は、凹凸形状のピッチを V とすると、幾何学的関係より、レンズ面と画素間の距離 H 、焦点距離 fR 、レンズピッチ L を用いて、下記数式 28 のように表される。これを変形すると、下記数式 29 が得られる。

【0101】

【数 28】

$$V \leq (H - fR) \times L / fR$$

【0102】

【数 29】

$$H / fR \geq V / L + 1$$

【0103】

即ち、数式 29 を満たすようにレンチキュラレンズの焦点距離 fR を設定するのが好ましい。また、凹凸形状の位置がランダムである場合には、凹凸形状のピッチのうち最小のものを V とすることにより、本発明を適用することができる。

【0104】

本実施形態においては、第 1 の実施形態と比較して、レンズ面と画素間の距離が固定である場合にも適用することができるという利点がある。即ち、第 1 の実施形態では、レンズ面と画素間の距離 H が数式 1 乃至 9 を満たす値から変更されているため、観察距離 OD 等の他のパラメータの再設計が必要になる。また、再設計しない場合には、立体画像表示装置が理想の設計状態ではなくなるため、表示画面の中央部と端部で立体可視域がずれる等、悪影響が生じる。本実施の形態では、焦点距離 f を変えるだけで良いので、このような問題は発生しない。

【0105】

(第 4 の実施の形態)

図12は本発明の第4の実施の形態に係る立体画像表示装置の断面図である。本実施形態が第3実施形態と異なる点は、レンチキュラレンズの焦点距離 f_R が、前記数式10乃至12及び16により算出される焦点距離 f よりも大きく設定されており、レンズ面と画素間の距離 H は前記数式10乃至12により算出される従来の光学モデルでの算出値である点である。

【0106】

焦点距離 f に関しては、図13に示すように、レンズにより集光された光が、複数の傾斜角の斜面を照射するのが特に好ましい。この結果、反射光の角度分布をより広範囲にでき、観察者方向に反射する割合を高めることができるからである。本条件は、凹凸形状のピッチを V とすると、幾何学的関係より、レンズ面と画素間の距離 H 、焦点距離 f_R 、レンズピッチ L を用いて、下記数式30にて表される。また、これを変形すると下記数式31が得られる。

【0107】

【数30】

$$V \leq (f_R - H) \times L / f_R$$

【0108】

【数31】

$$H / f_R \leq -V / L + 1$$

【0109】

即ち、数式31を満たすようにレンチキュラレンズの焦点距離 f_R を設定するのが好ましい。また、凹凸形状の位置がランダムである場合には、凹凸形状のピッチのうち最小のものを V とすることで、本発明を適用することができる。

【0110】

本実施形態によれば、本発明の第3実施形態と比較して、焦点距離 f_R を大きく設定することができるという利点がある。この結果、レンズの凹凸高さを小さくすることができるため、レンズの模様が目立ちにくくなり、立体画像の表示品質が向上する。

【0111】

(第5の実施の形態)

図 14 は本発明の第 5 の実施の形態に係る立体画像表示装置の断面図である。本実施形態が、第 1 乃至第 4 の実施形態と異なる点は、焦点距離 f 及びレンズ面と画素間の距離 H は、前記数式 10 乃至 12 及び 16 により算出される値を使用し、凹凸形状の傾斜角度 θ を 50° 以上とする点である。

【0112】

本実施形態について詳細に検討するために、凹凸形状の傾斜角度 θ を 25° から 75° の間で変化させ計算機シミュレーションを行った。図 15 にシミュレーション結果を示す。図 15 (a) は $\theta = 75^\circ$ 、図 15 (b) は $\theta = 65^\circ$ 、図 15 (c) は $\theta = 60^\circ$ 、図 15 (d) は $\theta = 50^\circ$ 、図 15 (e) は $\theta = 35^\circ$ 、図 15 (f) は $\theta = 25^\circ$ の場合の結果である。傾斜角度 θ が 50° より小さい場合には -30 mm 付近で輝度低下が発生しているが、 50° 以上では大幅に緩和されていることがわかる。即ち、 -30 mm 付近で観察しても表示が暗くなることはない。

【0113】

図 16 は、本発明の実施の形態の原理について、定性的に説明するための概念図である。このうち図 16 (a) は、図 27 に示す従来の光学モデルにおいて、入射光のうちある平行光成分の光線の軌跡を示した概念図である。レンズ面と画素間の距離 H が焦点距離 f と等しく配置されており、凹凸形状の傾斜角度は 50° より小さい値、例えば 30° となっている。この場合、レンズにより集光された光は、凹凸形状の斜面で反射されると、観察者の方向とは異なる方向に進行する。このため、実質的に表示には寄与しない。これに対して、図 15 (b) に示す本実施形態の光学モデルでは、凹凸形状の傾斜角度は 50° 以上の値、例えば 60° に設定されている。この結果、凹凸形状のひとつの斜面で反射した光の一部分は、別の斜面で再反射した後に、観察者の方向に進行する。従って、凹凸形状に起因する輝度低下を防止することができる。

【0114】

(第 6 の実施の形態)

図 17 は本発明の第 6 の実施の形態に係る立体画像表示装置の斜視図である。本実施形態における立体画像表示装置 1 の表示パネル 200 は、画素電極が透過

領域と反射領域とを有する半透過型の表示素子である。具体的には、左眼用画素は、左眼用画素（透過領域）511と左眼用画素（反射領域）512とにより構成され、同様に、右眼用画素は、右眼用画素（透過領域）521と、右眼用画素（反射領域）522とにより構成されている。また、左眼用画素（反射領域）512及び右眼用画素（反射領域）522の画素電極は、金属電極等の非透明な層により形成された反射板であり、この反射板の表面には前述の如く凹凸形状が設けられている。この反射板の凹凸形状とレンチキュラレンズ3との関係は、前述の本発明の第1乃至第5の実施形態と同様である。また、左眼用画素（透過領域）511と右眼用画素（透過領域）521の画素電極は、ITO（インジウムスズ酸化物）等の透明電極で構成されている。また、これらの表示パネルの下方には、透過領域用のバックライト光源（図示せず）が設けられている。

【0115】

このように構成された本実施形態の立体画像表示装置においては、透過領域がバックライト光源からの光を透過し、反射領域が自然光及び室内照明光等の外光を反射させることができるため、透過表示と反射表示とを実現することができる。この結果、周囲の明るさの程度に拘わらず、鮮明な表示を行うことができる。

【0116】

なお、本実施の形態においては、半透過型の表示素子について説明したが、本発明は、同様に微透過型表示素子及び微反射型表示素子等にも適用可能である。

【0117】

【発明の効果】

以上詳述したように、本発明によれば、レンズにより集光された光が、反射板の表面で、ある一定の面積を有するため、凹凸形状の斜面及び平坦部等、複数の種類の傾斜角で反射され、反射光は様々な角度に進行する。この一部分は観察者方向にも進行するため、表示に寄与することができる。これにより、凹凸形状に起因する輝度低下を防止することができ、反射表示において明るさの低下がなく、優れた表示品質を有する立体画像表示装置を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第 1 の実施の形態に係る立体画像表示装置を示す断面図である。

【図 2】

本発明の第 1 の実施の形態に係る携帯端末装置を示す斜視図である。

【図 3】

本発明の第 1 の実施の形態において、計算機シミュレーションを行うための光学モデル図である。

【図 4】

本発明の第 1 の実施の形態において、計算機シミュレーションの結果を示したグラフ図である。

【図 5】

本発明の第 1 の実施の形態の原理を示すための概念図である。

【図 6】

本発明の第 1 の実施の形態において、レンズにより集光された光が複数の斜면을照射する状態を示す断面図である。

【図 7】

レンチキュラレンズの代わりに使用されるフライアイレンズを示す斜視図である。

【図 8】

本発明の第 2 の実施の形態を示す断面図である。

【図 9】

本発明の第 2 の実施の形態において、レンズにより集光された光が複数の斜면을照射する状態を示す断面図である。

【図 1 0】

本発明の第 3 の実施の形態を示す断面図である。

【図 1 1】

本発明の第 3 の実施の形態において、レンズにより集光された光が複数の斜면을照射する状態を示す断面図である。

【図 1 2】

本発明の第 4 の実施の形態を示す断面図である。

【図 13】

本発明の第4の実施の形態において、レンズにより集光された光が複数の斜面を照射する状態を示す断面図である。

【図 14】

本発明の第5の実施の形態を示す断面図である。

【図 15】

本発明の第5の実施の形態において、計算機シミュレーションの結果を示したグラフ図である。

【図 16】

本発明の第5の実施の形態の原理を示すための概念図である。

【図 17】

本発明の第6の実施の形態を示す模式的斜視図である。

【図 18】

レンチキュラレンズ3の形状を示す斜視図である。

【図 19】

従来のレンチキュラレンズを使用する立体画像表示方法を示す光学モデル図である。

【図 20】

従来のパララックスバリアを使用する立体画像表示方法を示す光学モデル図である。

【図 21】

従来の凹凸形状を有する反射板を示すための概念図である。

【図 22】

従来のレンチキュラレンズと表示素子を用いた立体画像表示装置を示す斜視図である。

【図 23】

従来のレンチキュラレンズと表示素子を用いた立体画像表示装置における断面図である。

【図 24】

従来のレンチキュラレンズと表示素子を用いた立体画像表示装置において、各部のサイズを示すモデル図である。

【図 2 5】

従来のレンチキュラレンズと表示素子を用いた立体画像表示装置において、計算機シミュレーションを行うための光学モデル図である。

【図 2 6】

従来のレンチキュラレンズと表示素子を用いた立体画像表示装置において、計算機シミュレーションの結果を示したグラフ図である。

【図 2 7】

従来のレンチキュラレンズと表示素子を用いた立体画像表示装置において、凹凸形状を有する反射板を適用した場合の計算機シミュレーションを行うための光学モデル図である。

【図 2 8】

従来のレンチキュラレンズと表示素子を用いた立体画像表示装置において、凹凸形状を有する反射板を適用した場合の計算機シミュレーションの結果を示したグラフ図である。

【符号の説明】

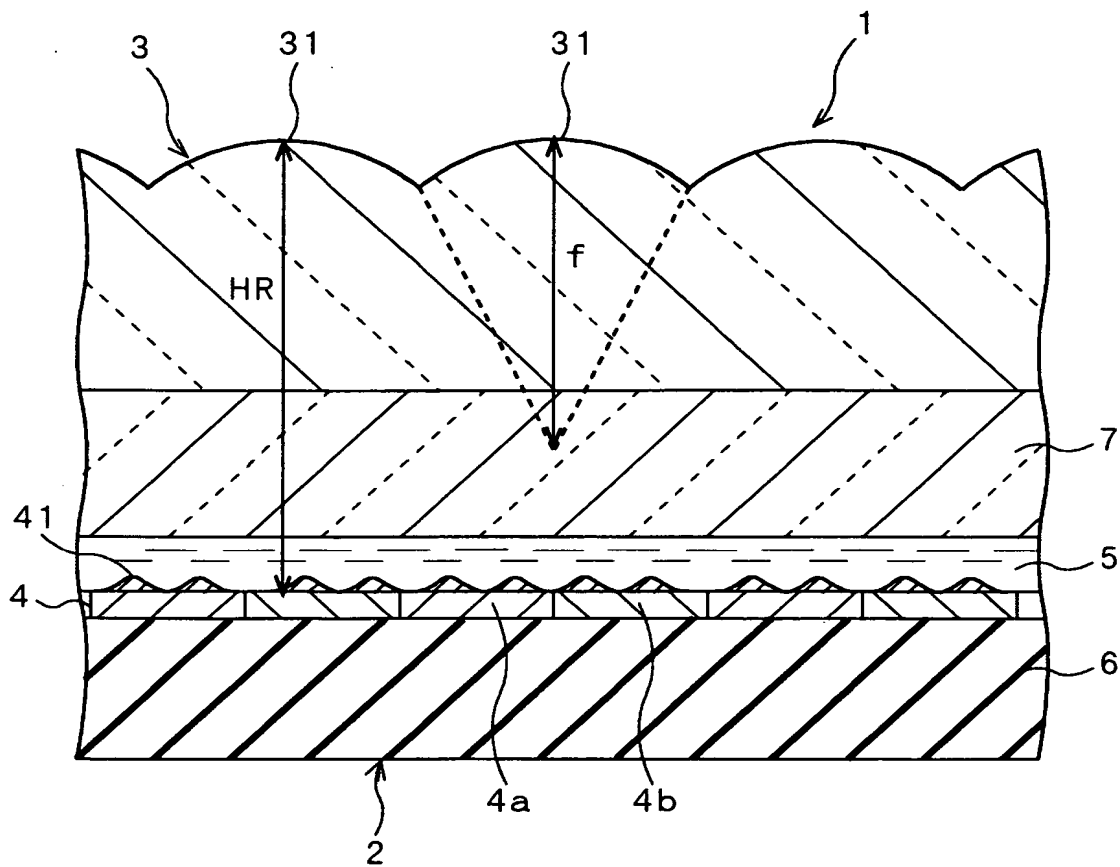
- 1；立体画像表示装置
- 2；反射型液晶表示パネル
- 2 0 0：半透過型液晶表示パネル
- 3、1 2 1；レンチキュラレンズ
- 3 1、1 2 2：凸部
- 4；反射板
- 4 1：凹凸形状
- 4 a：左眼用画素
- 4 b：右眼用画素
- 5：液晶層
- 6：基板
- 7：透明基板

8：観察位置
9；携帯電話
9 1：光線
1 0：フライアイレンズ
1 7；発光領域
1 8；受光面
1 9；光源
3 1；凸部
4 1；凹凸形状
4 2；遮光部
5 1；左眼用画素
5 2；右眼用画素
6 1, 1 4 2；左眼
6 2、1 4 1；右眼
1 0 5；パララックスバリア
1 0 5 a；スリット
1 0 6；表示パネル
1 0 7；立体可視域
1 0 7 a；対角線の交点
1 0 7 b；最適観察面
1 0 8；光源
1 2 3, 1 2 4；画素
1 4 3；右眼 1 4 1 と左眼 1 4 2 との midpoint
1 8 1、1 8 2；光束
5 1 1：左眼用画素（透過領域）
5 1 2：左眼用画素（反射領域）
5 2 1：右眼用画素（透過領域）
5 2 2：右眼用画素（反射領域）

【書類名】

図面

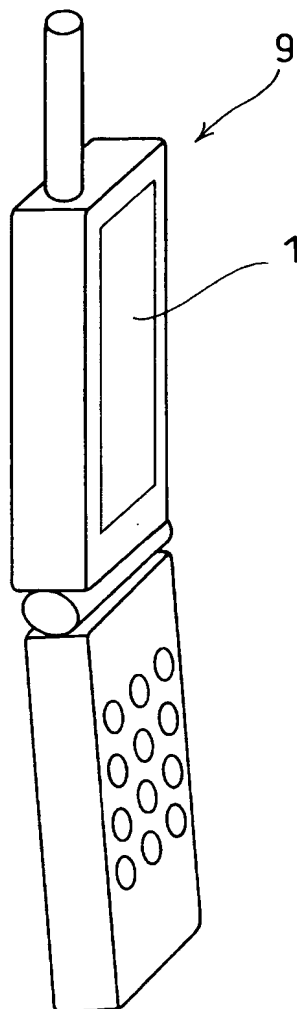
【図 1】



1 : 立体画像表示装置
 2 : 反射型液晶表示パネル
 3 : レンチキュラレンズ
 31 : 凸部
 4 : 反射板

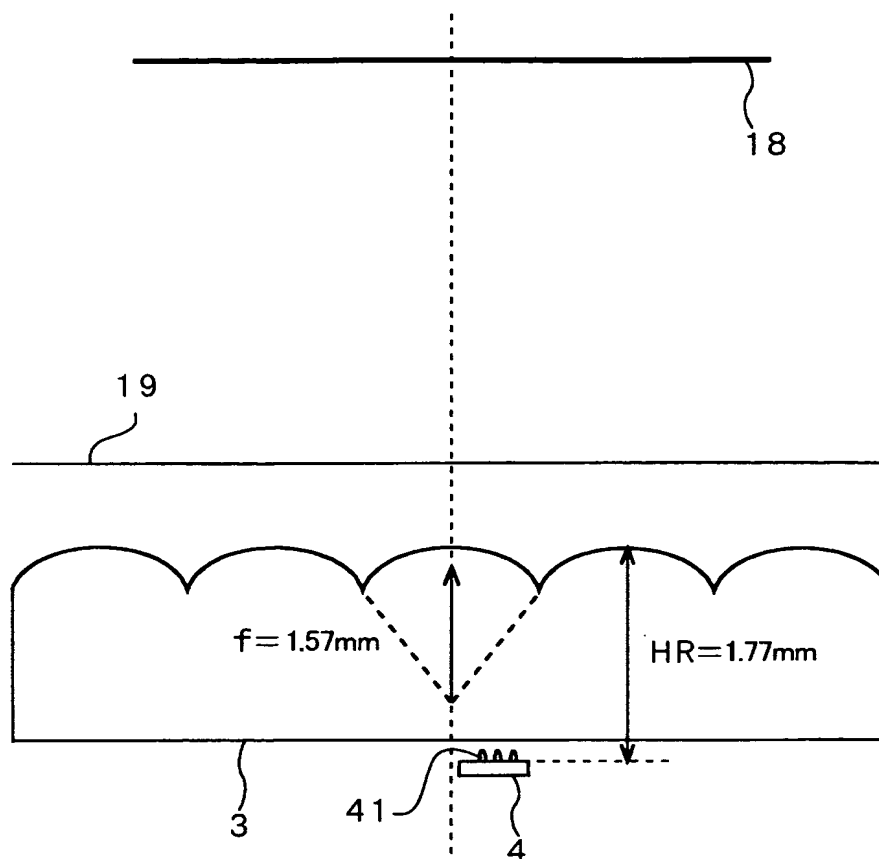
4a : 左眼用画素
 4b : 右眼用画素
 41 : 凹凸形状
 5 : 液晶層
 6 : 基板
 7 : 透明基板

【図 2】



1；立体画像表示装置 9；携帯電話

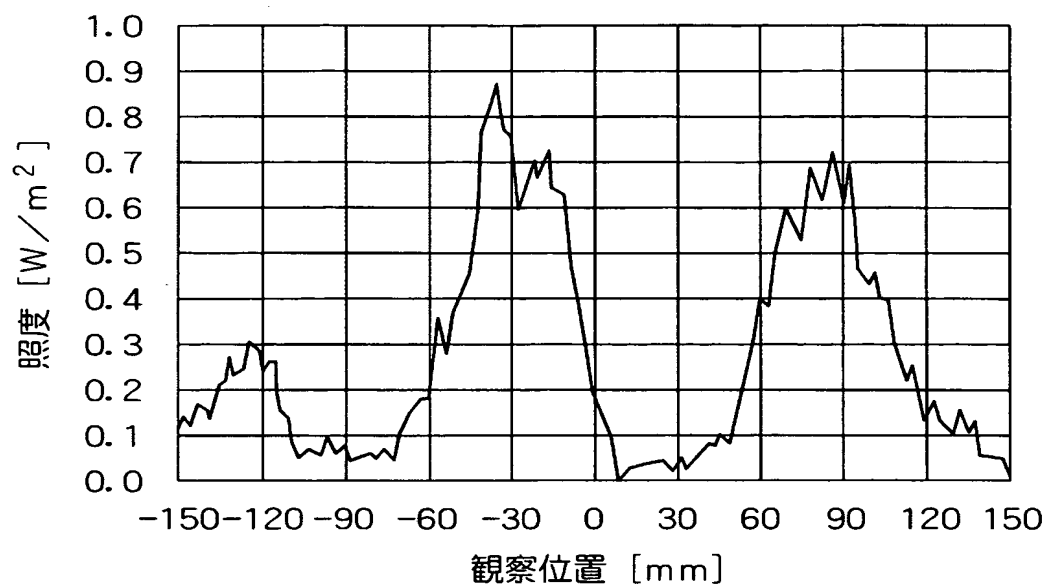
【図 3】



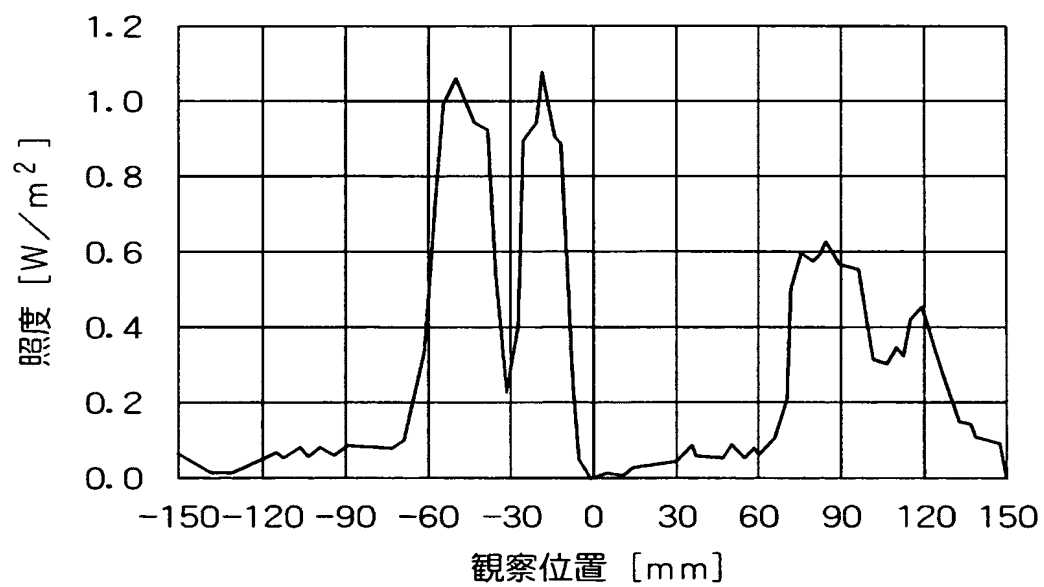
18 : 観察位置

19 : 光源

【図 4】

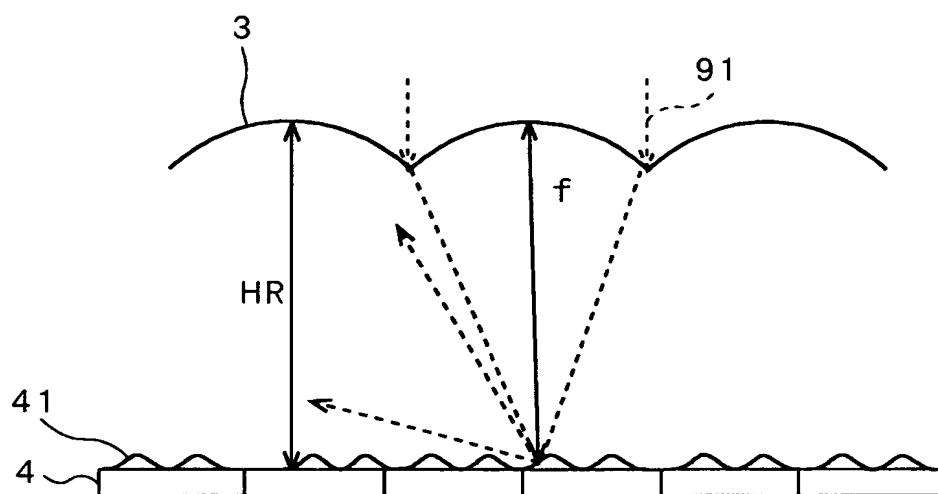


(a)

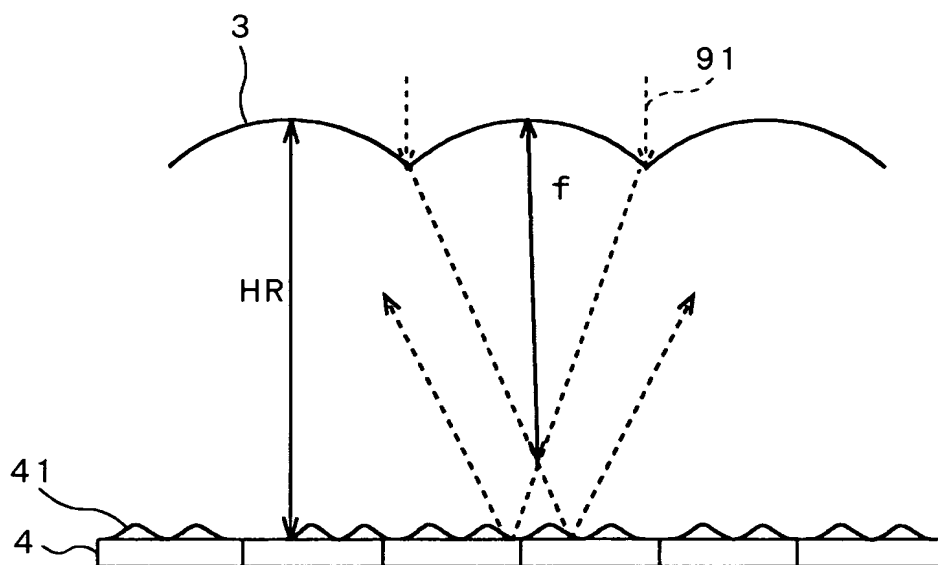


(b)

【図 5】

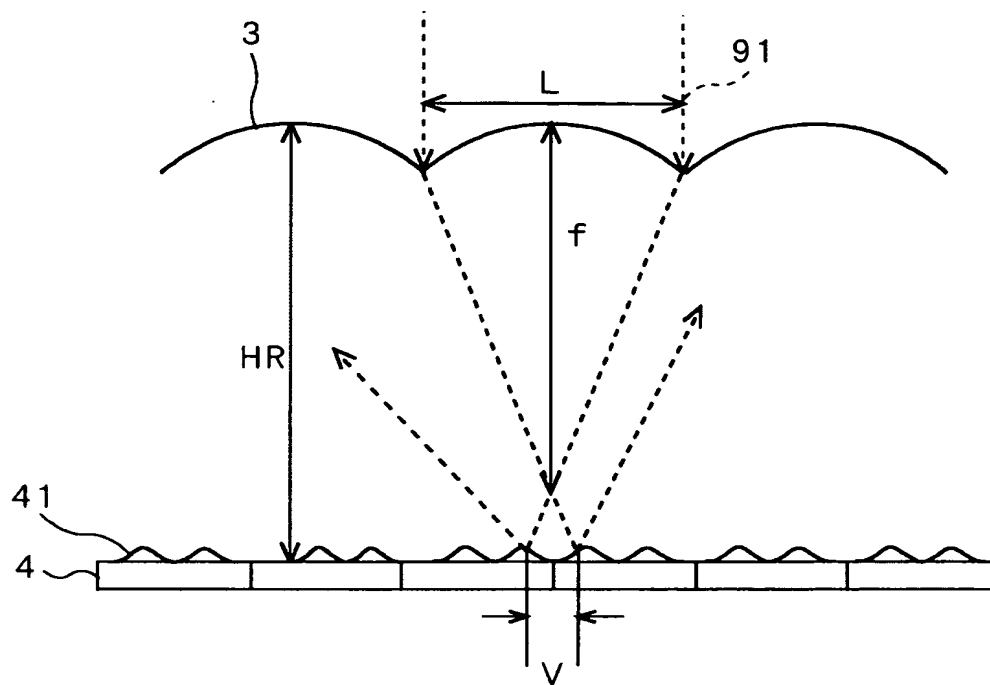


(a)

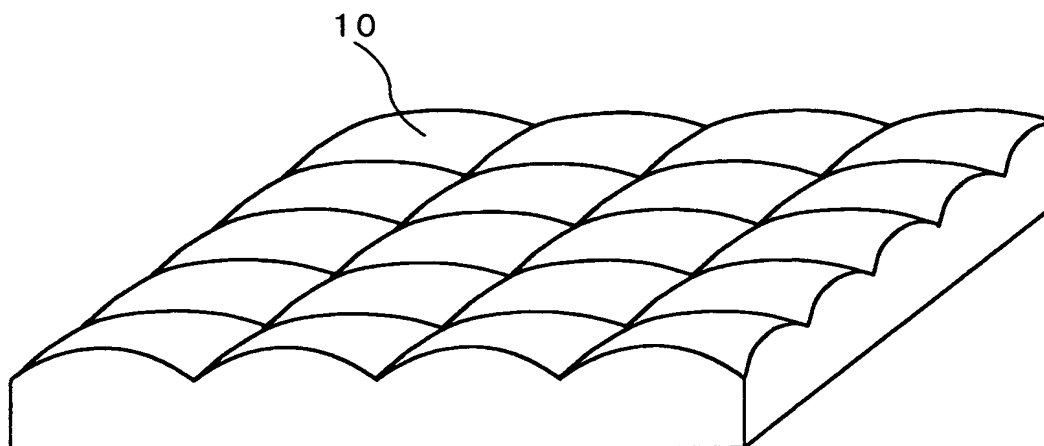


(b)

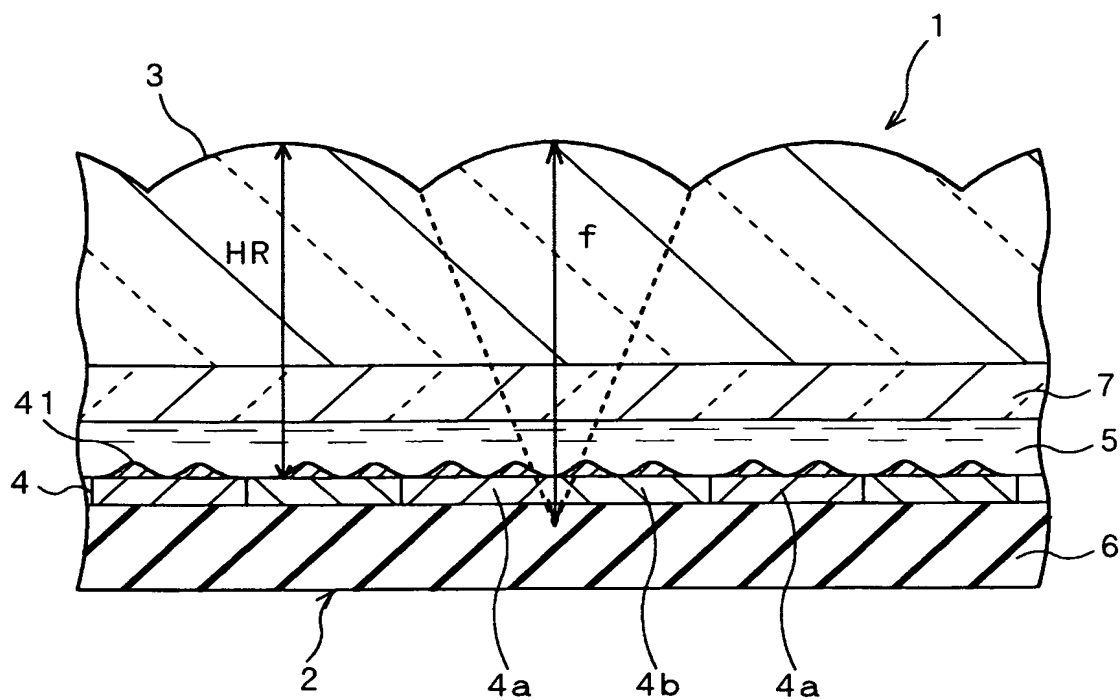
【図 6】



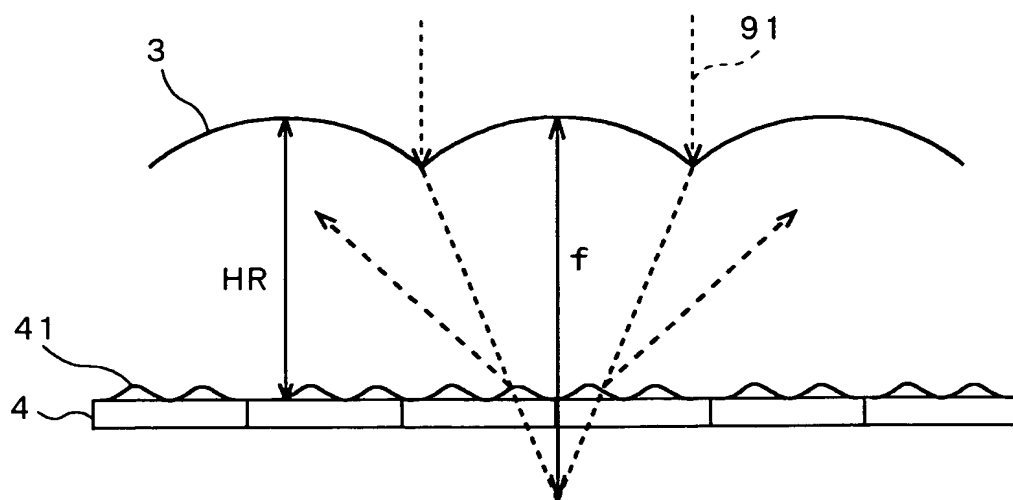
【図 7】



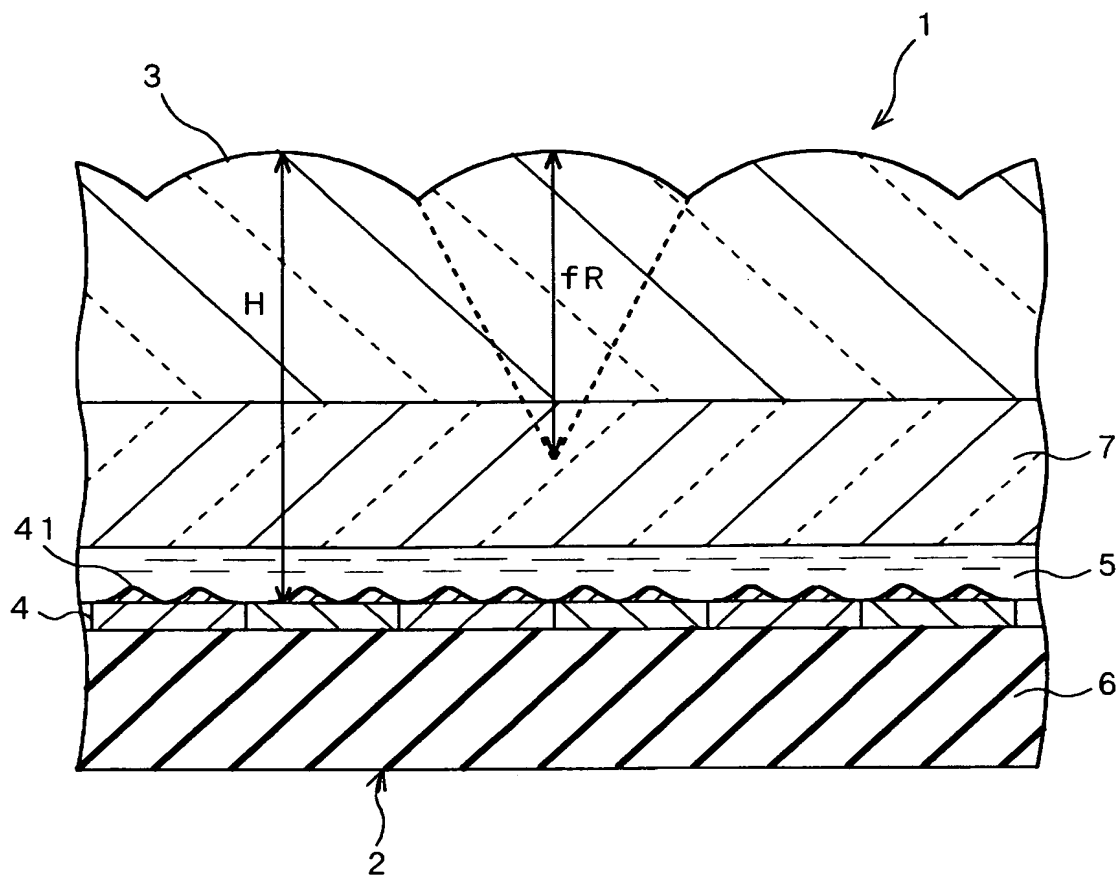
【図 8.】



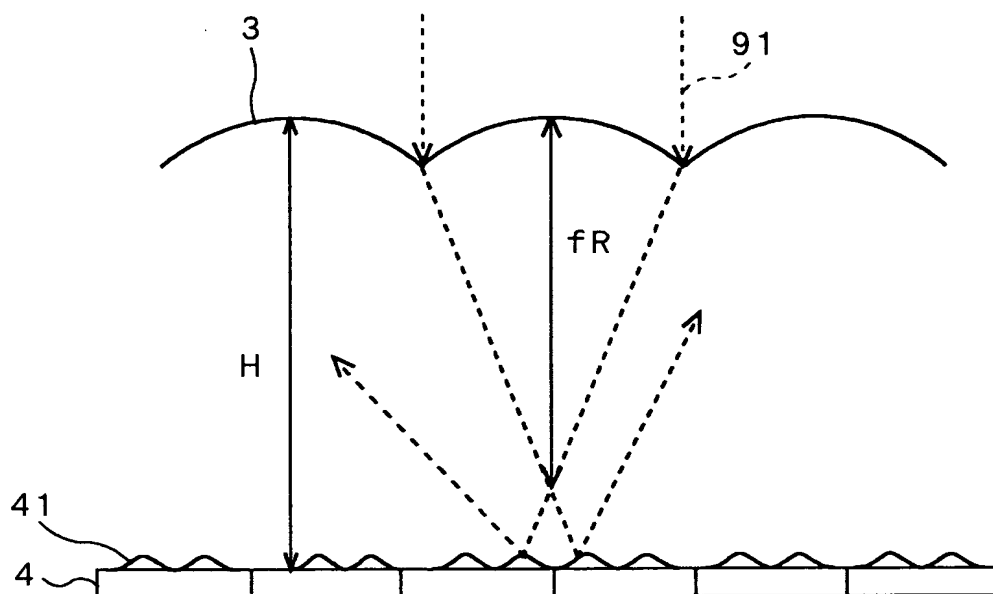
【图 9】



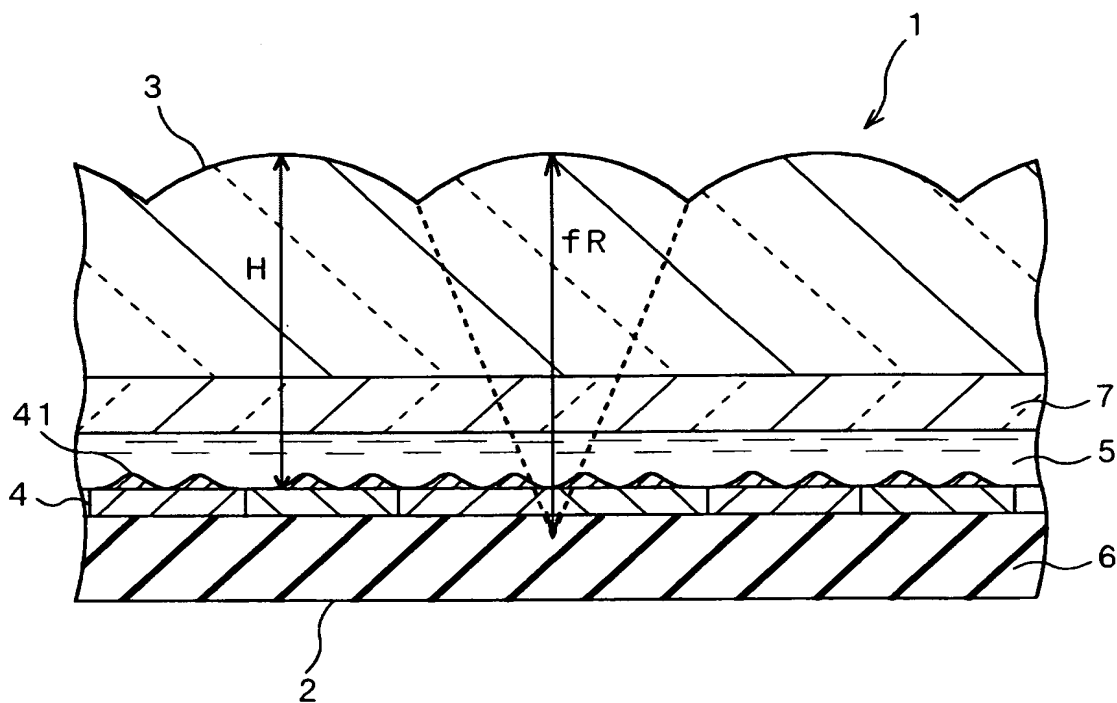
【図 10】



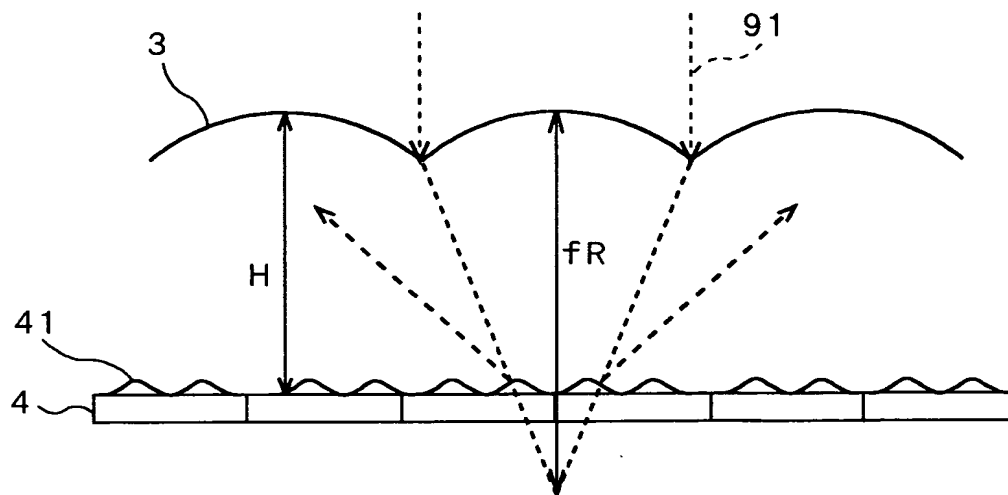
【図 11】



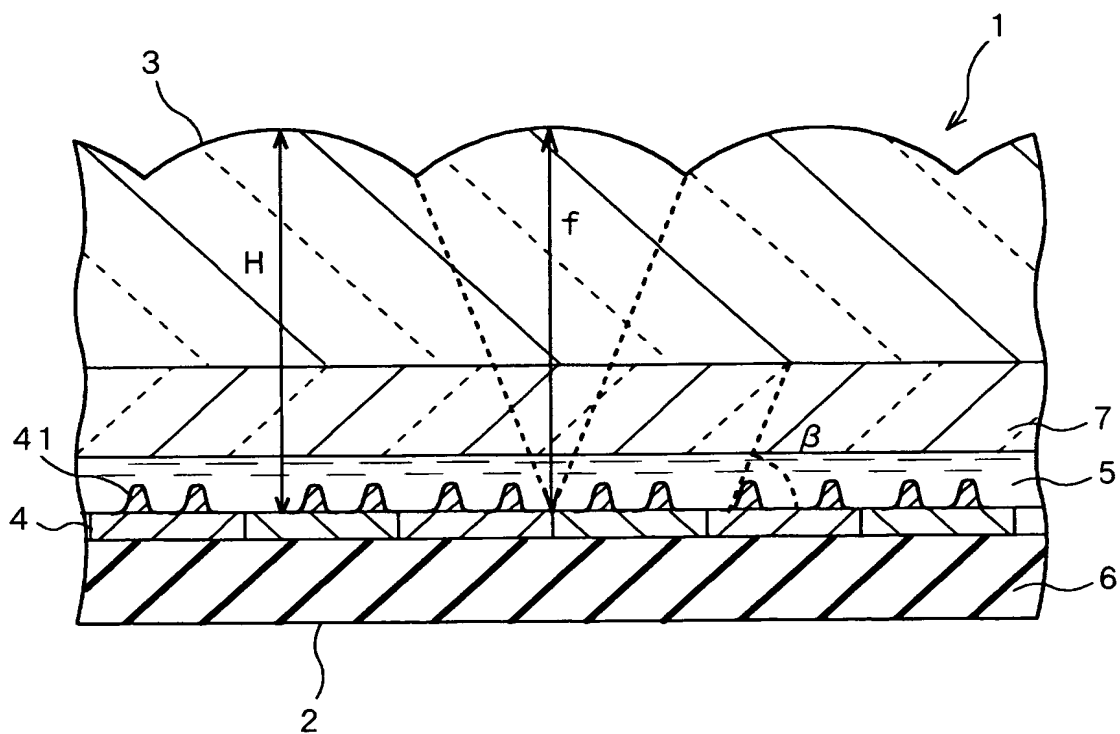
【図 12】



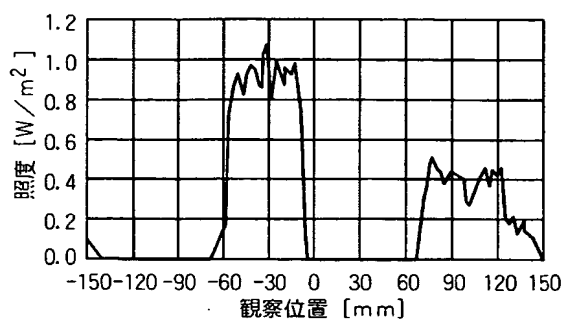
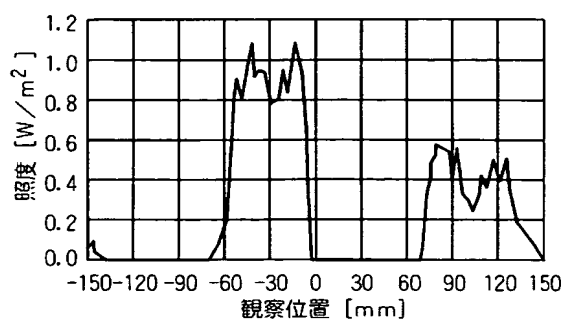
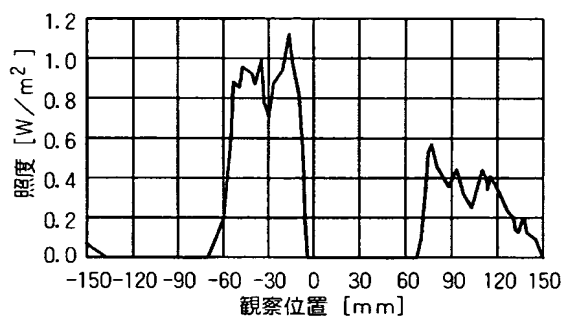
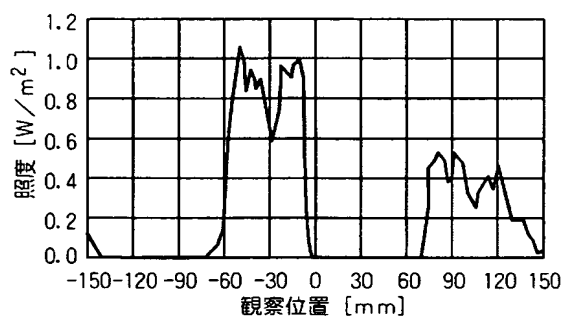
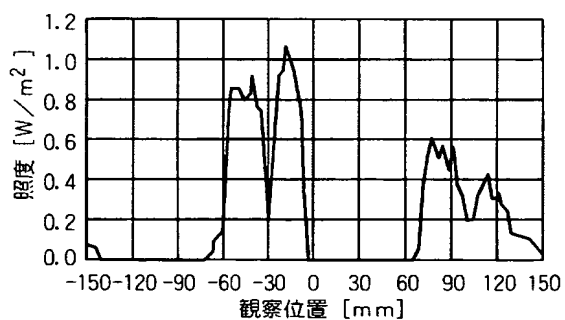
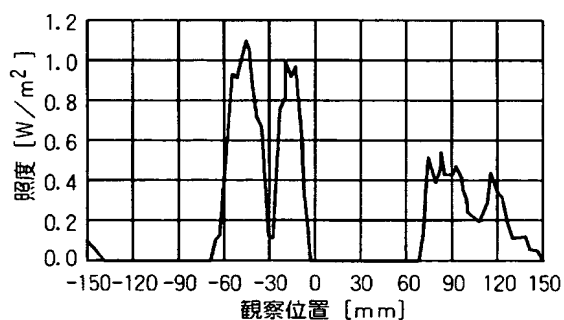
【図 13】



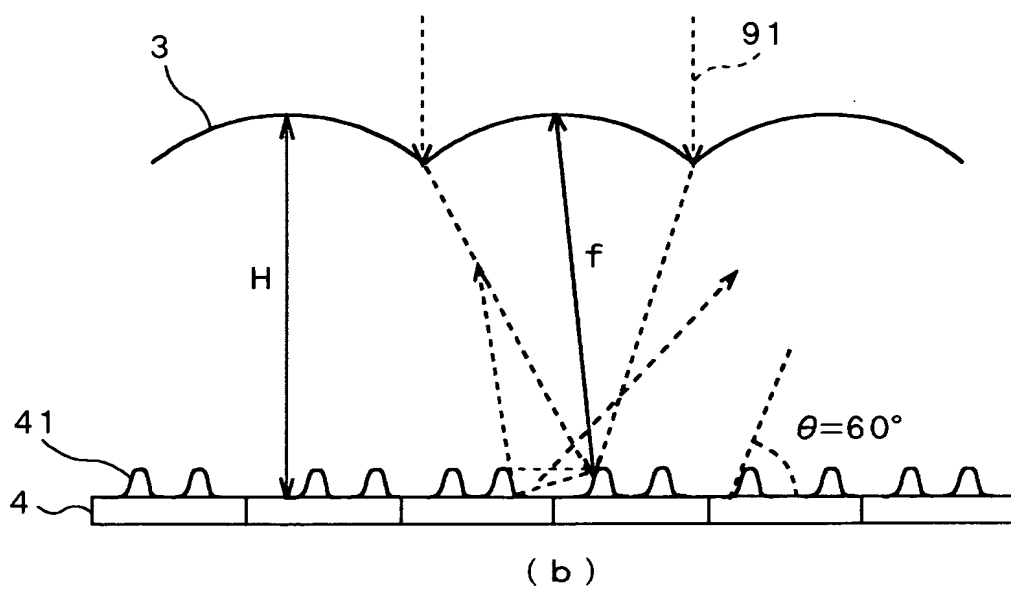
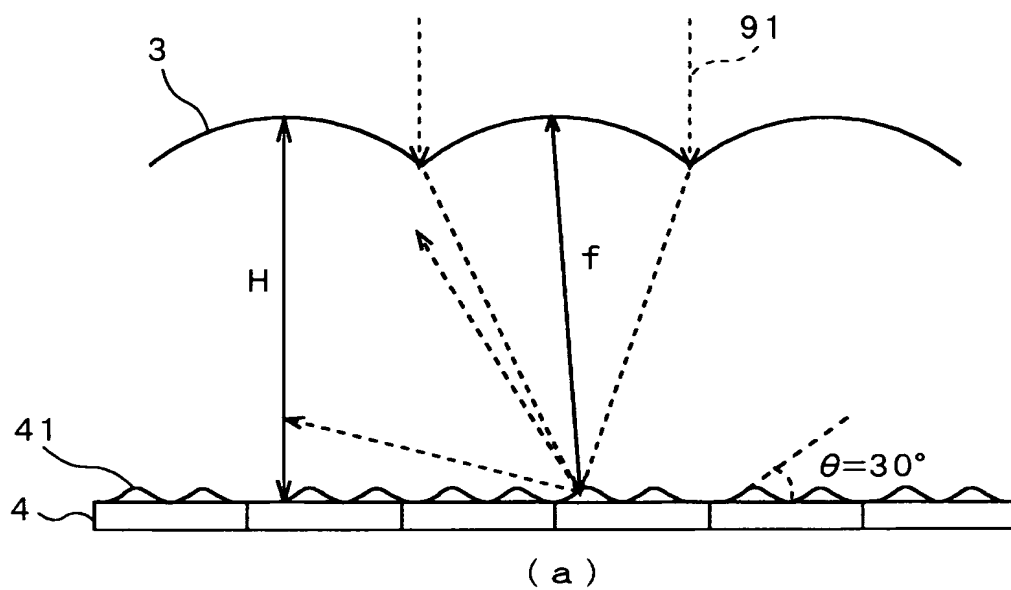
【図 14】



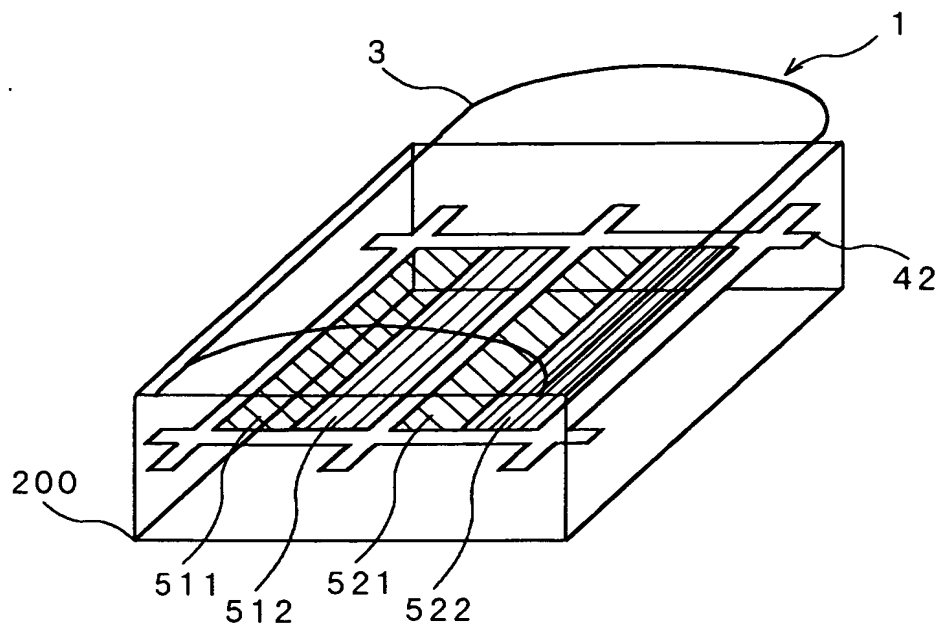
【図 15】

(a) $\theta = 75^\circ$ (b) $\theta = 65^\circ$ (c) $\theta = 60^\circ$ (d) $\theta = 50^\circ$ (e) $\theta = 35^\circ$ (f) $\theta = 25^\circ$

【図 16】



【図 17】



200 : 半透過型液晶表示パネル

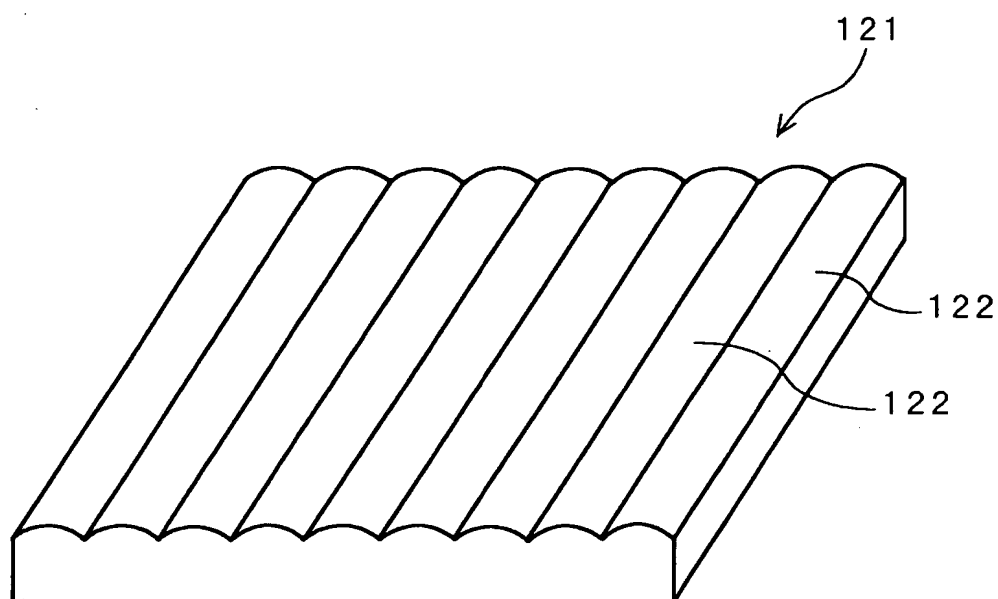
511 : 左眼用画素 (透過領域)

512 : 左眼用画素 (反射領域)

521 : 右眼用画素 (透過領域)

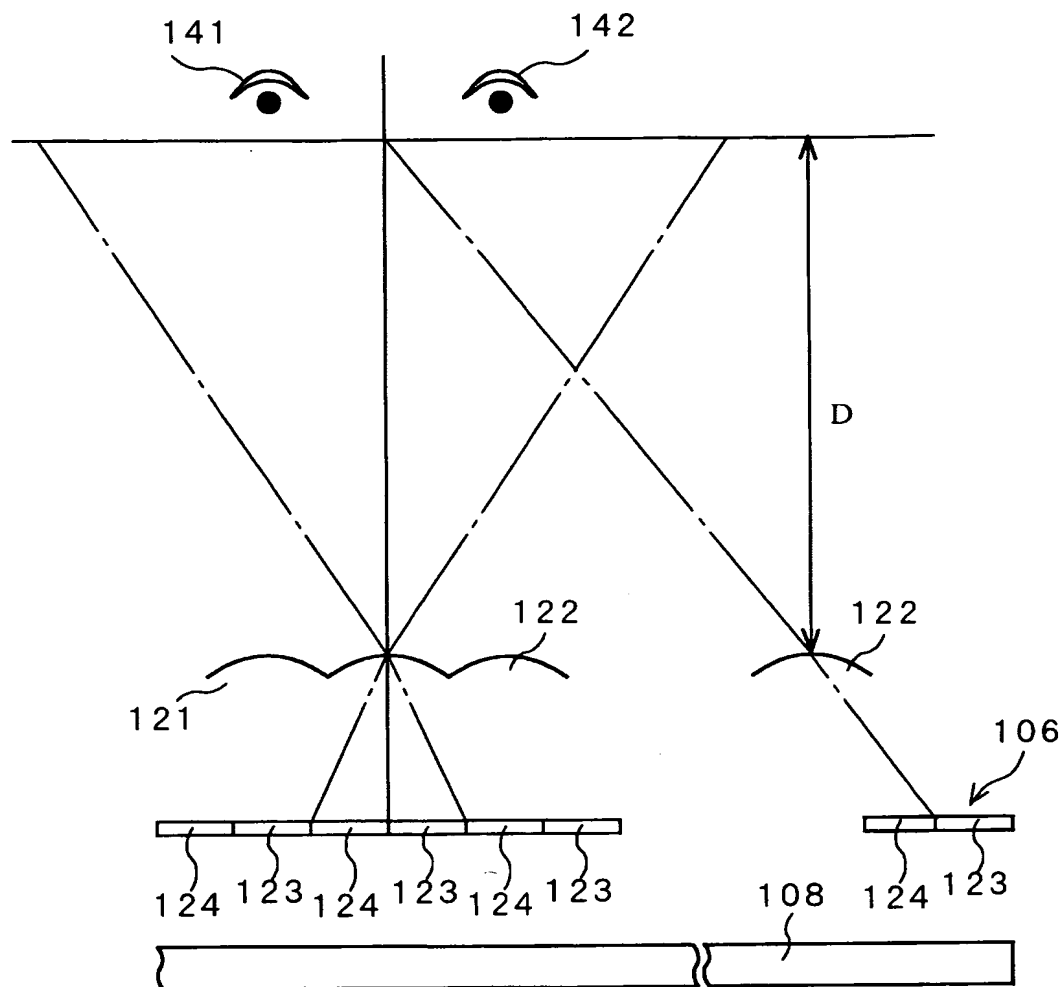
522 : 右眼用画素 (反射領域)

【図 18】



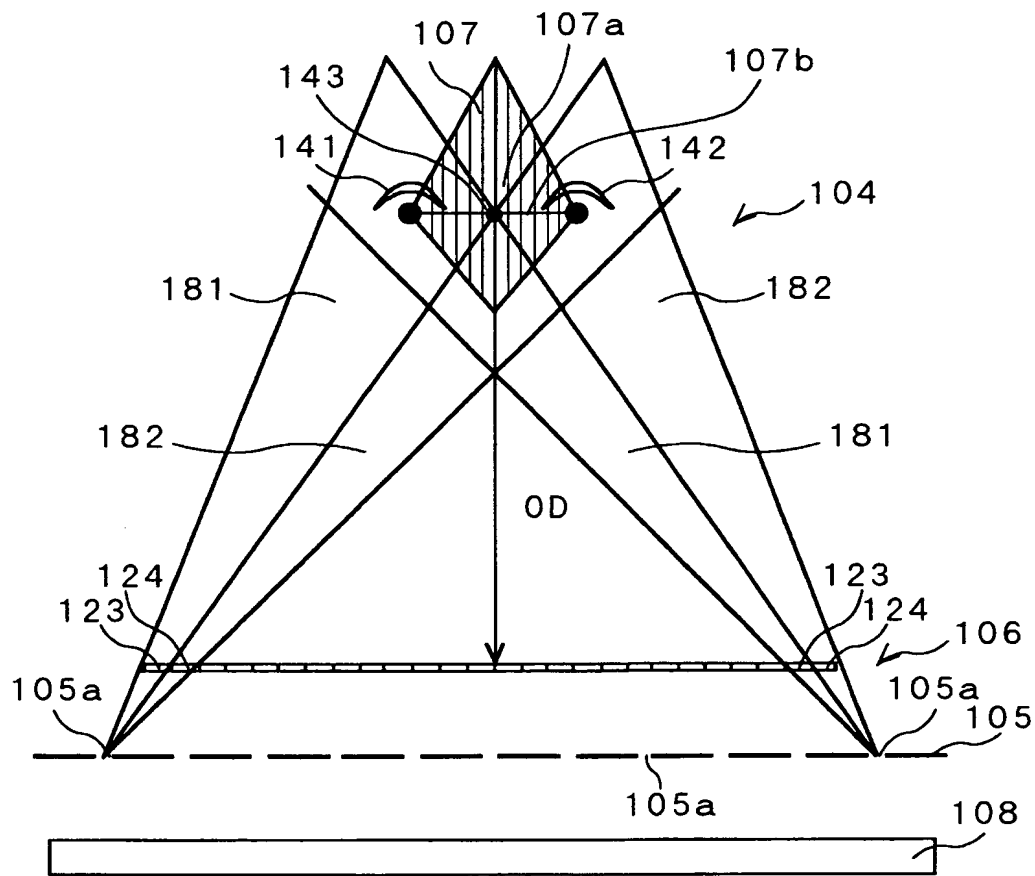
121 : レンチキュラレンズ
122 : 凸部

【図 19】



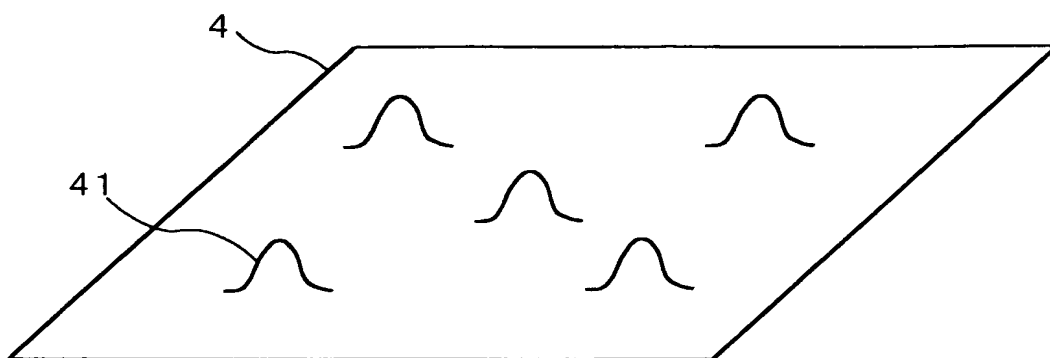
- 106 : 表示パネル
108 : 光源
123、124 : 画素
141 : 右眼
142 : 左眼

【図 20】

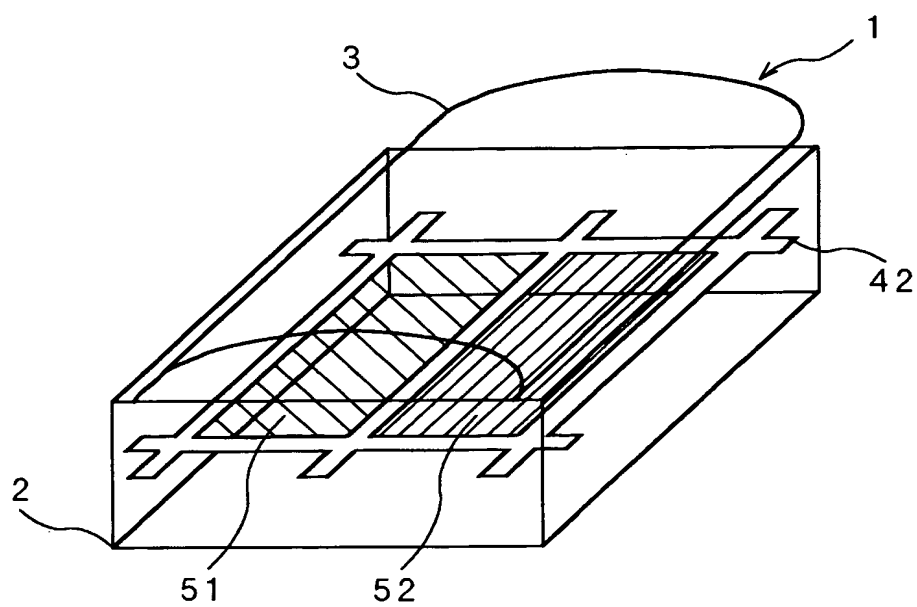


- 105 : パララックスバリア
- 105a : スリット
- 107 : 立体可視域
- 107a : 対角線の交点
- 107b : 最適観察面
- 143 : 右眼141と左眼142の中点

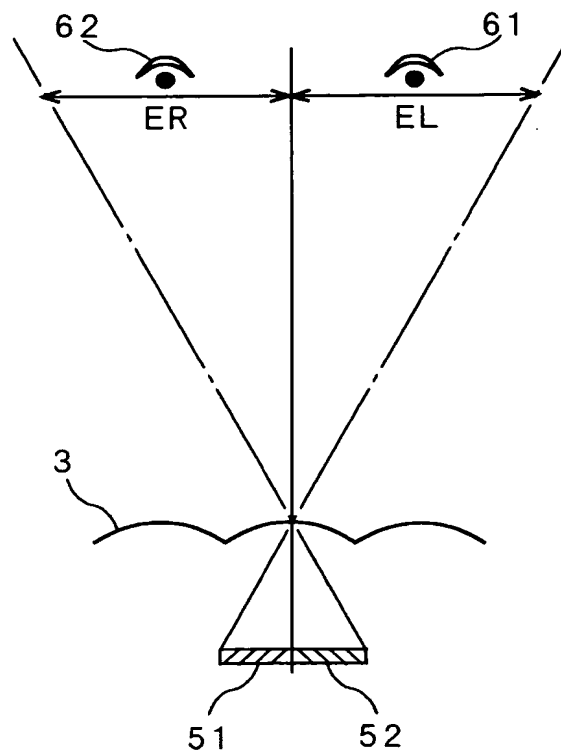
【図 2 1】



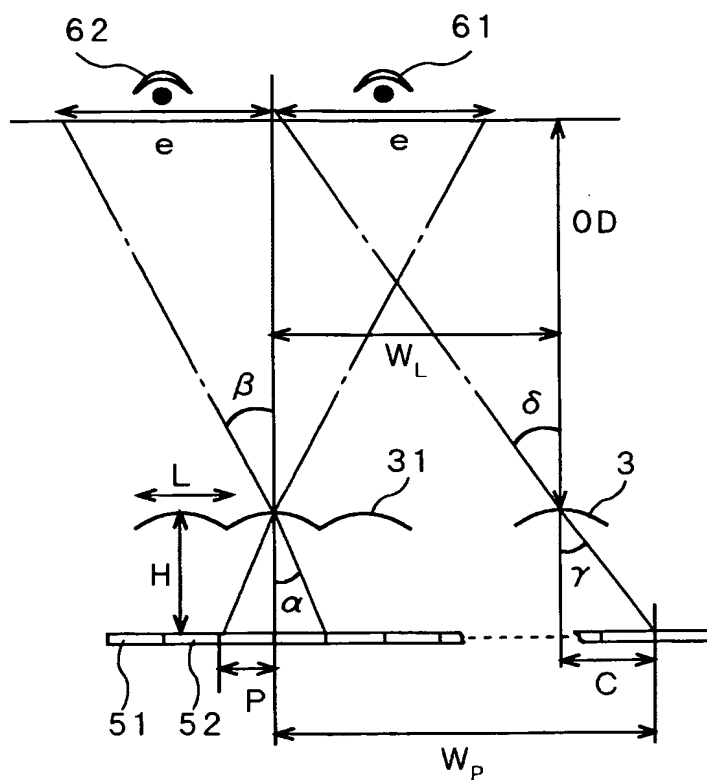
【図 2 2】



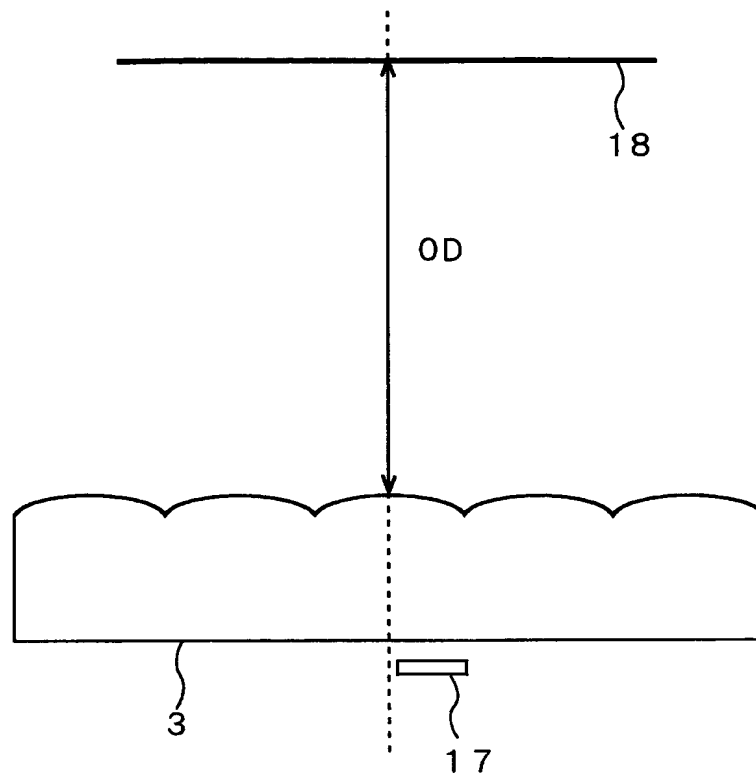
【図 23】



【図 24】



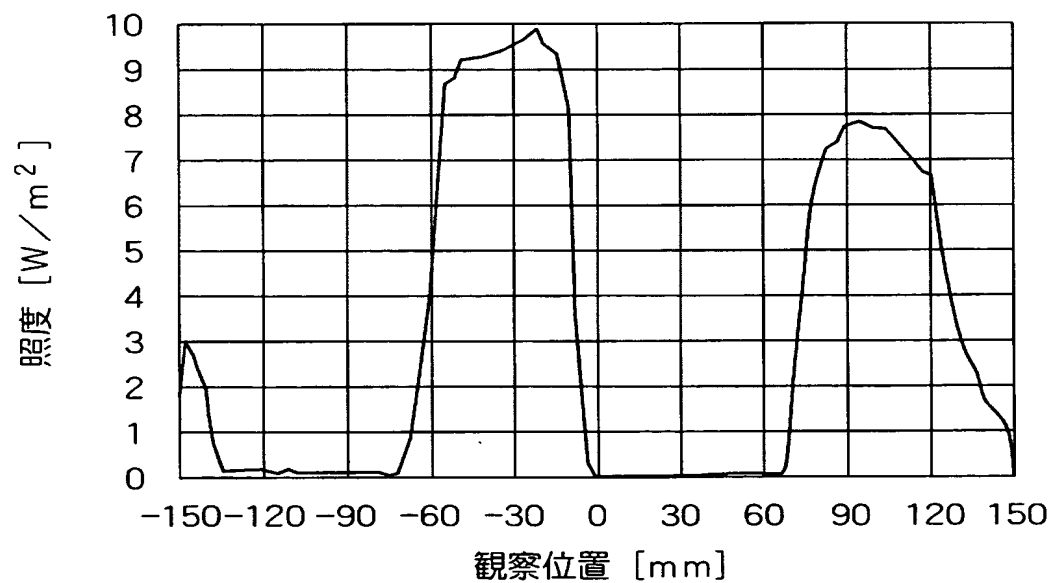
【図 25】



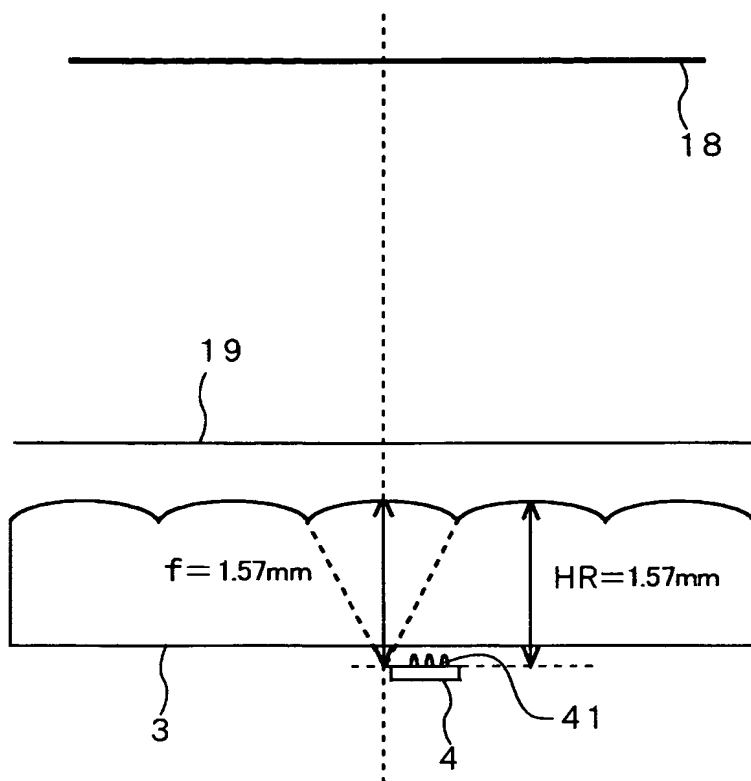
17 : 発光領域

18 : 受光面

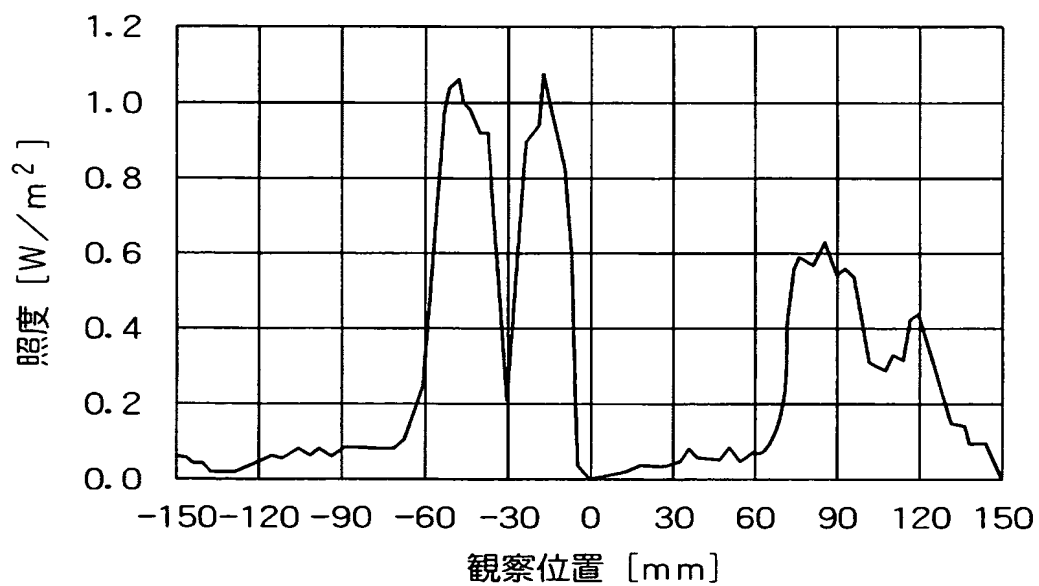
【図 26】



【図 27】



【図 28】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 反射表示において明るさの低下がなく、優れた表示品質を有する立体画像表示装置及びそれを使用した携帯端末を提供する。

【解決手段】 表示パネル 2 においては、1 表示単位に左眼用の画像を表示する画素及び右眼用の画像を表示する画素を含む複数個の表示単位がマトリクス状に配置されている。レンチキュラレンズ 3 は、表示パネル 2 の前方に配置され表面に凸形状が繰り返し形成されていて前記各画素から出射した光を前記各表示単位内の前記左眼用の画像を表示する画素と右眼用の画像を表示する画素とを結ぶ左右方向に振り分ける。反射板 4 は外光を前記表示パネルに向けて反射するが、この反射板の表面に凹凸形状 4 1 が形成されている。そして、レンズの焦点距離 f は反射板 4 の表面とレンズの頂点との間の距離 H と異なる。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

| | |
|---------|--------------------------|
| 特許出願の番号 | 特願 2 0 0 3 - 0 5 4 3 4 0 |
| 受付番号 | 5 0 3 0 0 3 3 5 8 0 7 |
| 書類名 | 特許願 |
| 担当官 | 第一担当上席 0 0 9 0 |
| 作成日 | 平成 1 5 年 3 月 3 日 |

< 認定情報・付加情報 >

【提出日】 平成 15 年 2 月 28 日

次頁無

特願 2003 / 054340

出願人履歴情報

識別番号

[000004237]

1. 変更年月日

1990年 8月29日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区芝五丁目7番1号

氏 名

日本電気株式会社